

TESIS DOCTORAL:

DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA LA INTEGRACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LA CONSTRUCCIÓN CON FÁBRICA VISTA DE BLOQUE DE HORMIGÓN

Realizada por

PABLO GARCÍA CARRILLO

Arquitecto

Dirigida por

JOAQUÍN FERNÁNDEZ MADRID

Dr. Arquitecto



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Departamento de Construcciones Arquitectónicas

año 2015

TESIS DOCTORAL:

DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA LA INTEGRACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LA CONSTRUCCIÓN CON FÁBRICA VISTA DE BLOQUE DE HORMIGÓN

Realizada por

PABLO GARCÍA CARRILLO

Arquitecto

Dirigida por

JOAQUÍN FERNÁNDEZ MADRID

Dr. Arquitecto



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Departamento de Construcciones Arquitectónicas

año 2015

RESUMEN

El bloque de hormigón es un material de construcción básico a nivel mundial, si bien su uso se encuentra desigualmente repartido en los diferentes mercados internacionales.

A pesar de tratarse de un producto con 200 años de antigüedad, estamos ante un material en constante evolución, con numerosos sistemas que aportan diferentes valores añadidos sobre la pieza base.

En la presente investigación se desarrolla un nuevo bloque tomando como punto de partida el bloque estándar, con el fin de incorporarlo a la fábrica de bloque, aportando como novedad la capacidad de integrar en su interior las instalaciones eléctricas y cableadas, sin alterar su imagen ni sus prestaciones, lo que cobra especial relevancia en el caso de fábricas vistas.

RESUMO

O bloque de formigón é un material de construción básico a nivel mundial, se ben o seu uso se atopa desigualmente repartido nos diferentes mercados internacionais.

A pesar de tratarse dun produto con 200 anos de antigüidade, estamos ante un material en constante evolución, con numerosos sistemas que achegan diferentes valores engadidos sobre a peza base.

Na presente investigación desenvólvese un novo bloque tomando como punto de partida o bloque estándar, co fin de incorporalo á fábrica de bloque, achegando como novidade a capacidade de integrar no seu interior as instalacións eléctricas e cableadas, sen alterar a súa imaxe nin as súas prestacións, o que cobra especial relevancia no caso de fábricas vistas.

ABSTRACT

The concrete block is a basic building material worldwide, although its use is unequally distributed within the different international markets.

Despite being a 200 years old product, it is a material in constant evolution, with many different variations that provide added value over the standard block.

In this research, a new concrete block is developed taking as a starting point the standard block, in order to incorporate it to the block Wall. It provides a new feature, wich is the capability to integrate electrical and wired installations without altering its image or properties, which is especially important in the case of walls with exposed concrete blocks.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	15
OBJETIVOS	18
PROCEDIMIENTO Y CONTENIDO DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
Estrategias específicas de análisis e indagación a utilizar	20
I. ANTECEDENTES . ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO	
A. SOBRE LA FÁBRICA DE BLOQUE DE HORMIGÓN.....	23
1. COMPONENTES DE LA FÁBRICA DE BLOQUE DE HORMIGÓN	25
1.1. PIEZAS ESTÁNDAR DE BLOQUE DE HORMIGÓN. TIPOLOGÍA	25
1.1.1. Bloques de Árido Denso.....	26
1.1.2. Bloques de Árido Ligero	28
1.1.3. Ladrillo de Hormigón	29
1.1.5. Sillares de Hormigón	30
1.2. MORTEROS Y HORMIGONES	31
1.3. ARMADURAS	32
1.4. ELEMENTOS AUXILIARES	33
2. ESTADO ACTUAL DE LAS SOLUCIONES Y PRODUCTOS COMERCIALES	35
2.1. NUEVAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS.....	35
2.1.1. Bloque con aislamiento térmico	35
2.1.2. Bloque de acondicionamiento acústico.....	38
2.1.3. Bloque para macizado	42
2.1.4. Sistema de albañilería integral – Allwall bloc+	45
2.1.5. Bloques enlazables	47
2.1.6. Bloques postesados	48

2.1.7. Bloque ventilado de fachada	51
2.2. NUEVOS ACABADOS	53
2.2.1. Bloque coloreado	54
2.2.2. Bloque Split	54
2.2.3. Bloque pulido	56
2.2.4. Bloque esmaltado	57
2.2.5. Bloque lavado	60
B. SOBRE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	61
1. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO	63
2. SISTEMAS DE INSTALACIÓN.....	67
2.1. INSTALACIONES DE SUPERFICIE.....	68
2.1.1. Conductores aislados directamente sobre los paramentos	70
2.1.2. Conductores aislados bajo tubos protectores en superficie	71
2.1.3. Conductores aislados bajo canales protectoras	76
2.2. INSTALACIONES EMPOTRADAS	78
2.2.1. Sistema tradicional de apertura de rozas.....	82
2.2.2. Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción	83
2.2.3. Conductores aislados bajo tubos protectores empotrados.....	84
C. SOBRE LA INTEGRACIÓN DE LAS INSTALACIONES EN LAS FÁBRICAS	91
1. LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN LA FÁBRICA DE BLOQUE VISTA	93
2. EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN DURANTE EL LEVANTAMIENTO DE LA FÁBRICA DE BLOQUE.....	96
2.1. TENDIDO DE LA INSTALACIÓN	96

2.1.1. Arranque de la fábrica	96
2.1.2. Desarrollo de la fábrica	97
2.1.3. Coronación de la fábrica / encuentro con forjados.....	99
2.2. COLOCACIÓN DE MECANISMOS / APERTURA DE HUECOS	101
3. PATENTES EXISTENTES RELACIONADAS CON EL SISTEMA A DESARROLLAR	104
3.1. PATENTES CON CLARA REFERENCIA A LA INSERCIÓN DE INSTALACIONES EN LA FÁBRICA	104
3.2. PATENTES CON POSIBLE APLICACIÓN INDIRECTA PARA LA INSERCIÓN DE INSTALACIONES EN LA FÁBRICA	118
4. OBSERVACIONES GENERALES SOBRE LAS PATENTES ANALIZADAS	124
II. DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA LA INTEGRACIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN LA FÁBRICA VISTA DE BLOQUE DE HORMIGÓN.....	125
1. OBJETIVOS	127
1.1. PRESTACIONES QUE DEBE CUMPLIR EL SISTEMA.....	127
2. CONDICIONANTES DEL PROCESO DE FABRICACIÓN	130
2.1. PROCESO DE FABRICACIÓN.....	131
2.2. PRINCIPALES CONDICIONANTES DE LA MAQUINARIA.....	145
2.2.1. El desmoldeo	147
2.2.2. El llenado y compactado	148
2.3. OBTENCIÓN DE BLOQUES DEFECTUOSOS Y POSIBLES CAUSAS	149
3. DISEÑO DE UN BLOQUE TÉCNICO ESPECIAL.....	155
3.1. DISEÑO INICIAL	158
3.2. MODIFICACIÓN Y MEJORA DEL DISEÑO INICIAL.....	168
3.3. SEGUNDA MODIFICACIÓN Y MEJORA DEL DISEÑO INICIAL	171
3.4. DISEÑO FINAL DE LA PIEZA	176

3.5. OTRAS POSIBILIDADES BARAJADAS	179
3.6. HERRAMIENTA COMPLEMENTARIA.....	181
4. PRUEBAS Y ENSAYOS	184
4.1. PRUEBAS PREVIAS A LA FABRICACIÓN.....	184
4.1.1. Reducción en la resistencia	185
4.1.2. Irregularidad de rotura	222
4.2. PRUEBAS DE FABRICACIÓN.....	228
4.2.1. Preparación del molde	228
4.2.2. Fabricación de las primeras piezas.....	236
4.3. ENSAYOS SOBRE LAS PIEZAS PRODUCIDAS.....	237
4.4. PRUEBAS DE EJECUCIÓN DE LA FÁBRICA	243
5. VALORACIÓN DE LAS PRUEBAS Y ENSAYOS REALIZADOS....	253
6. DEFINICIÓN DE LA PIEZA ESPECIAL DESARROLLADA	255
7. SOLUCIONES APORTADAS	259
8. PRODUCCIÓN INDUSTRIALIZADA Y COMERCIALIZACIÓN	261
9. EJEMPLOS DE POSIBLE APLICACIÓN	264
III. CONCLUSIONES.....	275
IV. BIBLIOGRAFÍA	279
1. NORMATIVA	279
2. PUBLICACIONES Y ARTÍCULOS	282
3. INTERNET.....	284
4. PATENTES Y MODELOS DE UTILIDAD	284
ANEXOS	289
ANEXO 1 . FICHA TÉCNICA DEL BLOQUE DE REFERENCIA	291
ANEXO 2 . PIEZA PATENTADA. PATENTE ES-2354091_B1.....	293



INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Breve introducción a la fábrica de bloque de hormigón

La producción mundial anual del cemento en la actualidad es de más de 2.500 millones de toneladas. Estimando una dosificación de cemento entre 250-300 kg por metro cúbico de hormigón, significa que se podrían producir de 8.000 a 10.000 millones de metros cúbicos, que equivalen a 1,5 metros cúbicos de hormigón por persona. Ningún material de construcción ha sido usado en tales cantidades y en un futuro no parece existir otro material de construcción que pueda competir con el hormigón en magnitud de volumen.

Una de las principales cualidades del hormigón fresco es su carencia de forma, lo que permite moldearlo con la forma deseada con casi total libertad. Esta conformación del hormigón puede hacerse normalmente sin necesidad de medios técnicos complejos, por lo que puede realizarse un moldeo in situ. Por otra parte, la propiedad del hormigón de conservar su forma una vez endurecido, permite el moldeo de las piezas fuera de su lugar final de colocación, creándose de este modo el hormigón prefabricado.

Si bien el cemento como material de construcción surge hace ya más de 2.000 años, la industria de los prefabricados de hormigón tiene su origen a mediados del siglo XIX. Sin lugar a dudas el aspecto más característico de la prefabricación, es el desarrollo del proceso dentro de unas instalaciones industrializadas, combinando el cuidado control y ejecución de las piezas, con las ventajas de la automatización, tales como la repetitividad del proceso manteniendo la uniformidad en las características de las piezas y la reducción de tiempos de elaboración.

La prefabricación ofrece en numerosos casos ventajas técnicas y económicas frente al hormigón in situ, permitiendo ejercer un control riguroso y específico, no sólo sobre las materias primas si no también durante las fases del proceso de fabricación (dosificación, amasado, compactado y curado). Este control se convierte en un aspecto de gran interés cuando se trata de obtener series de piezas iguales, lo cual se logra con reducidas tolerancias gracias a la precisión de los métodos industriales actuales. El pequeño prefabricado de hormigón en masa es el que ostenta el mayor número de unidades producidas, encontrándose entre ellos el bloque de hormigón para fábrica y los pavimentos (adoquines, baldosas, losas, etc.), así como sus piezas complementarias.

El bloque de hormigón, también conocido como unidades de mampostería de concreto (CMU, siglas en inglés), fue inventado por dos estadounidenses, Foster y Van Derburgh, a principios del siglo XIX. Los dos albañiles se propusieron crear un bloque de hormigón más grande y más duradero que el ladrillo cerámico estándar. Es entonces a principios del siglo XIX cuando se introduce la fábrica de hormigón en la industria de la construcción, para posteriormente introducirse el refuerzo de acero para proporcionarle mayor resistencia, entre los años 1930 y 1940, surgiendo así

la fábrica armada. Previamente al desarrollo de la fábrica armada, la mayor parte de las estructuras de fábrica se diseñaban para soportar únicamente cargas de gravedad, mientras que los empujes laterales del viento y los terremotos eran ignorados. El peso propio de las entonces estructuras masivas de elevado espesor, estabilizaban estas estructuras sin refuerzos interiores frente a las fuerzas laterales. Con la introducción de armaduras de acero en las fábricas se consiguió la reducción de espesor drásticamente, proporcionando un método racional para el diseño de muros que resistan cargas dinámicas laterales.

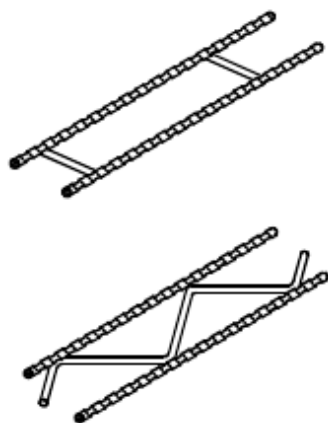


Ilustración 1. Armadura de juntas, en escalera y en cercha [izquierda]. Ejecución de fábrica de bloque de hormigón armada verticalmente con redondos en huecos y horizontalmente con celosía en juntas [derecha].

Las unidades de fábrica de hormigón, o bloques de hormigón, son igualmente adaptables al interior como al exterior de la edificación, pudiendo permanecer ocultas bajo revestimientos en ambos casos, o para particiones vistas singulares y cerramientos exteriores expresivos.



Ilustración 2. Ejemplos de aplicación de la fábrica de bloque en exterior e interior.

El bloque de hormigón puede colocarse siguiendo multitud de aparejos y combinaciones para crear una interminable diversidad de efectos. Con el manejo de un acotado número de piezas es posible crear un patrón geométrico o diseño, combinando piezas enteras, medias piezas, piezas con relieve/s, etc. El proyectista puede diseñar una configuración y textura atendiendo al efecto buscado, ya sea de sombras, huecos, colores, juntas y contrastes.

Uno de los aspectos que caracteriza a la fábrica de bloque de hormigón es la apariencia natural. El color natural de las arenas y las gravas proporciona un aspecto pétreo, haciendo en muchos casos que la construcción se adapte en cierto modo al entorno. El empleo de diferentes áridos o cementos, así como el añadido de colorantes durante el proceso de fabricación, son métodos para obtener diferentes tonalidades.



Ilustración 3. Ejemplos de aplicaciones y acabados.

Además de variaciones en el color, existen multitud de acabados y modelos disponibles capaces de adaptarse a las exigencias de cada caso, tales como superficies rugosas, pulidas, acanaladas,... y muchas otras que se mostrarán más adelante.

Las instalaciones eléctricas en los edificios

Desde los orígenes de la construcción los edificios han contado con muros y paredes de fábrica, sin embargo ante la relativamente reciente aparición de las instalaciones eléctricas surgió la necesidad de solucionar la voluntad de incorporarlas en el interior de los edificios.

Con la aparición pues de las instalaciones eléctricas nace al mismo tiempo la necesidad de incorporarlas en los edificios. Esta incorporación tradicionalmente se ha realizado de dos maneras posibles: vista sobre los paramentos ya ejecutados y terminados, u oculta, empotrada en el interior de los mismos.

Desde la aparición de las instalaciones eléctricas en los edificios se ha realizado el tendido de las líneas y la colocación de mecanismos de manera superpuesta a las paredes y muros ya ejecutados, bien fuesen elementos meramente divisorios organizadores del espacio interior o bien muros portantes con función estructural; e independientemente además de su sistema constructivo (tabiques de barrotillo y escayola, muros de mampostería, fábricas de ladrillo cerámico o bloque de hormigón, muros de hormigón armado,... etc.).

Este tipo de instalación ejecutada de manera superpuesta al paramento se manifiesta necesariamente sobre el mismo, en mayor o menor medida, pero de manera inevitable. Antiguamente este era el único modo de disponer la instalación eléctrica por el edificio, pero actualmente la elección de este método de colocación puede verse motivada por diferentes factores.

Opuesto al método de instalación vista está el de la ejecución oculta, que consiste básicamente en introducir en el interior de los paramentos los elementos que la componen, con excepción únicamente de los mecanismos a través de los cuales el usuario la controla, disfruta y mantiene.

Este tipo de instalación se ejecuta de manera que quede oculta en el interior del paramento, con lo que únicamente se manifiestan sobre el mismo los mecanismos de consumo y mando una vez terminada la ejecución de la obra, y en menor medida las tapas que cubren las cajas de registro y conexionado.

En los paramentos ejecutados con bloque de bloque de hormigón (paramentos de fábrica de bloque de hormigón) pueden ejecutarse los sistemas de instalación descritos, aunque en el caso de que la fábrica se manifieste permaneciendo vista existe actualmente una problemática importante a la hora de integrar las instalaciones sin que desvirtúen la estética de la fábrica.

Cabe destacar que en la actualidad no se están aprovechando las posibilidades de este material constructivo, debido entre otros a las dificultades que presenta actualmente en este aspecto.

Se considera que el bloque de hormigón ofrece la posibilidad de realizar particiones e incluso muros portantes con función estructural que incluyan en su interior el trazado de la instalación eléctrica del edificio, sin necesidad de atacar a esta fábrica mediante la realización de rozas. Esta cualidad se ve reforzada en aquellos casos en los que se desea dejar la fábrica vista, pues la ejecución de rozas no deja de ser una destrucción parcial de la fábrica que requiere su reparación, con el consiguiente efecto visual negativo.

OBJETIVOS

El objeto principal de la investigación es el de ofrecer una nueva posibilidad sobre la integración de las instalaciones en la construcción con fábrica de bloque de hormigón, mediante el desarrollo de un nuevo sistema que permita la integración de las instalaciones dentro de la propia fábrica, más allá de la mera superposición sobre el paramento (sistemas de instalación en superficie) y de la intrusión mediante la agresión al paramento una vez ejecutado (sistema de instalación empotrada a través de rozas).

Se busca la integración de la instalación eléctrica en el interior de los muros y particiones proyectados con fábrica de bloque de hormigón, entendiendo como integración la combinación de elementos para formar parte de un todo. En este caso se busca que la fábrica permita el normal tendido de las conducciones al tiempo que facilita la aparición de cajas de derivación y mecanismos de mando, de forma coordinada con la ejecución de la fábrica. Al mismo tiempo se pretende posibilitar la introducción de nuevos tendidos y mecanismos una vez la fábrica ha sido levantada con el nuevo sistema.

Con el ánimo de acotar el estudio y hacerlo más profundo, se ciñe al ámbito de las instalaciones eléctricas en el interior de los edificios, entendiendo por instalación eléctrica toda aquella basada en la transmisión de impulsos eléctricos a través de cableado (electricidad, telecomunicaciones, seguridad, etc.). Este tipo de instalaciones son las que recorren normalmente la edificación de un extremo a otro, no siendo así en el caso de las instalaciones hidráulicas, ya que este tipo de instalaciones suelen encontrarse puntualmente localizadas en aquellas estancias o locales a los que es necesario dar servicio.

Por otra parte se limita el campo de trabajo a la construcción basada en el uso de piezas de bloque de hormigón hueco, por ser este bloque el de uso más extendido con diferencia, centrándose en los casos en los que se desea manifestar la imagen de la fábrica dejándola vista.

Con la búsqueda de esta integración tratará de obtenerse un sistema de ejecución capaz de compatibilizar la estética de la construcción de bloque de hormigón visto, con la dotación de instalación eléctrica dentro del edificio, sin que la una interfiera sobre la otra en ningún momento. Con este fin se desarrollará una pieza de bloque de hormigón especialmente diseñada para conseguir la integración buscada, mejorando además la sostenibilidad de este tipo de construcción tratando de reducir los residuos generados en obra.

Una vez alcanzados estos objetivos podrá patentarse el diseño industrial del sistema para su posterior difusión, y estudiar su producción industrializada.

PROCEDIMIENTO Y CONTENIDO DE LA INVESTIGACIÓN

En primer lugar conviene conocer los conceptos básicos sobre los elementos y organización constructiva de los paramentos ejecutados con fábrica de bloque de hormigón, para lo cual será necesario realizar un estudio completo inicial sobre las características constructivas de la fábrica de bloque.

Este análisis seguirá el esquema del "Manual técnico" y el "Código de buena práctica" desarrollados por la Asociación Nacional de Fabricantes de Bloques y Mampostería de Hormigón; documentos basados a su vez en otros reconocidos manuales como "Concrete masonry handbook for Architects, Engineers, Builders" y "Concrete Masonry designer's handbook", igualmente estudiados en profundidad.

Del mismo modo, para afrontar el estudio se considera oportuno analizar las diferentes tipologías básicas de instalaciones eléctricas en cuanto a su disposición y tendido por el interior de un edificio. En este análisis, se expondrán además los condicionantes que la integración de estas instalaciones puede presentar para la ejecución de la fábrica de bloque de hormigón, respetando en todo momento las instrucciones técnicas de obligado cumplimiento.

Una vez expuestos los principios a tener en cuenta sobre la fábrica y las instalaciones eléctricas, se continúa con el análisis de la metodología habitual empleada actualmente para incluir la instalación eléctrica durante el levantamiento de la fábrica, estudiando la ejecución de la fábrica y la instalación eléctrica desde su arranque hasta su coronación, pasando por el desarrollo del cuerpo central del paramento. Al mismo tiempo se hace necesaria una investigación sobre las diferentes patentes existentes relacionadas con la integración de las instalaciones en la construcción con fábricas. Con este análisis quedarán manifiestas las carencias del método, consistentes básicamente en la imposibilidad de ejecutar el tendido horizontal de las líneas eléctricas por el interior de la fábrica y en la falta de un sistema específico para la apertura de huecos donde alojar las cajas empotradas y mecanismos.

Conocido el precario método actual para incluir la instalación eléctrica en el interior de la fábrica de bloque de hormigón, se pasará al proceso de desarrollo de un nuevo sistema de fábrica de hormigón que cumpla, como mínimo, una triple función:

- Facilitar la integración de la instalación eléctrica durante el proceso de ejecución de la fábrica.
- Facilitar la apertura de huecos para colocar las cajas empotradas destinadas a alojar los mecanismos eléctricos en el paramento levantado con fábrica vista.
- Facilitar el aumento de la instalación.
- Capacidad de incluirse en el desarrollo de la fábrica, sin afectar a sus funciones principales de utilidad, firmeza y aspecto.

El nuevo sistema tomará como base la unidad de bloque de hormigón estándar, para lograr una total integración en el conjunto de la fábrica, desarrollando el proceso de diseño completo, con una exposición de las soluciones aportadas.

ESTRATEGIAS ESPECÍFICAS DE ANÁLISIS E INDAGACIÓN A UTILIZAR

Una vez conocido y expuesto el estado actual del conocimiento sobre este tema, se contará con los datos necesarios para desarrollar el nuevo sistema planteado.

Antes de tratar de diseñar cualquier tipo de pieza es necesario conocer su proceso de fabricación, puesto que este proceso presentará una serie de condicionantes que limitan las posibilidades de diseño. Hay que tener en cuenta que toda la maquinaria disponible actualmente para la producción se basa en los mismos principios, funcionando todas ellas de manera muy similar, incluso perteneciendo a diferentes fabricantes.

Una vez propuesto el diseño del sistema buscado se procederá a desarrollar una primera fase de verificación del producto. Para ello se prepararán toda una serie de piezas basadas en el modelo propuesto que, sometidas a ensayos, permita comprobar las prestaciones alcanzadas.

Con estas pruebas previas se tratará de estudiar la viabilidad del modelo de acuerdo a las prestaciones requeridas, y comprobar la posible necesidad de realizar modificaciones, con lo que al mismo tiempo los resultados de estas pruebas iniciales buscan la posible optimización del diseño.

Una vez comprobado el diseño del sistema, el siguiente paso será proceder con las primeras pruebas de fabricación, con las que se comprobará su puesta en obra y la viabilidad en cuanto a su futura producción industrializada. Estos nuevos bloques técnicos se someterán a unos ensayos finales que verifiquen el cumplimiento de todos los requisitos establecidos normativamente. Con la obtención de resultados favorables para estos ensayos se comprobará la necesidad o no de hacer modificaciones sobre el diseño del sistema desarrollado, en este caso debidos a los condicionantes del proceso de fabricación.

Para este proceso de pruebas de fabricación se contará con la colaboración de una empresa reconocida del sector con la que se ha mantenido contacto. El marcado CE al que deberá adaptarse indica la conformidad del producto respecto a sus características para que la obra a la que se vaya a incorporar pueda satisfacer los requisitos esenciales de la Directiva de Productos de Construcción que le afectan y con las especificaciones técnicas de la norma armonizada correspondiente (en el caso de bloques de hormigón el anexo ZA de la UNE EN 771-3). Es además un requisito indispensable para su comercialización.

Una vez llegado a este punto se tendría entonces la pieza correctamente realizada conforme al diseño, pero aún faltaría comprobar su puesta en obra para verificar las teorías manejadas, y por tanto la viabilidad de la difusión del producto. Por este motivo se considera interesante realizar otra serie de ensayos sobre muestras mayores, consistentes en paños de paramentos de fábrica de bloque en los que se introducirá la pieza desarrollada.

Finalmente y llegados a este punto con resultados satisfactorios, se analizará la consecución de los objetivos fijados y se patentará el diseño industrial del sistema para su posterior difusión y posible comercialización.

I. ANTECEDENTES . ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO

A. SOBRE LA FÁBRICA DE BLOQUE DE HORMIGÓN

I. Antecedentes . Estado actual del conocimiento
A. Sobre la fábrica de bloque de hormigón

I. Antecedentes . Estado actual del conocimiento
A. Sobre la fábrica de bloque de hormigón

1. COMPONENTES DE LA FÁBRICA DE BLOQUE DE HORMIGÓN

Resulta evidente que para proponer una evolución sobre un sistema existente, será necesario conocer las características de dicho sistema original. Por este motivo se estima necesario realizar una breve exposición sobre los componentes de la fábrica de bloque de hormigón. Para este apartado se extraen los conceptos tal como los describe la Asociación de Fabricantes de Bloques y Mampostería de Hormigón, así como la diferente normativa técnica.

Los bloques y piezas de hormigón de distintos formatos, se emplean en obra civil, ingeniería y arquitectura. Es por ello que las distintas industrias que fabrican bloques de conglomerados de mortero han ido evolucionando sus cualidades específicas, en función de determinadas aplicaciones concretas, fabricando tanto piezas pequeñas o grandes con áridos densos o áridos ligeros, con el fin de conseguir materiales ligeros y aislantes capaces de complementar por sí mismos, la funcionalidad higrotérmica del cerramiento.

1.1. PIEZAS ESTÁNDAR DE BLOQUE DE HORMIGÓN. TIPOLOGÍA

Desde el ladrillo macizo de pequeño tamaño, hasta el bloque de hormigón hueco de gran formato, normalmente se realizan todo tipo de obras de fábrica resistente o de cerramiento o partición, sin armar o armadas, con acabado cara vista de distintos colores y texturas.

Con las nuevas piezas de hormigón ligero de gran formato, a veces prácticamente macizas y en ocasiones multicámara, se organizan estructuras de fábrica o cerramientos de muros homogéneos de una hoja con acabado revocado y pintado o con revestimientos monocapa de distintos colores y acabados superficiales.

Para sostener el empuje de los terrenos, y aprovechándose del peso de los sillares de hormigón, es posible realizar muros de contención de tierras en seco y normalmente atirantados, que con gran economía de ejecución permiten sujetar bancales.

	Grupo de piezas de fábrica de hormigón			
	Maciza	Perforada	Aligerada	Hueca
Volumen de huecos (% del volumen bruto) ⁽¹⁾	≤ 25	≤ 50	≤ 60 ⁽²⁾	≤ 70
Volumen de cada hueco (% del volumen bruto)	≤ 12,5	≤ 25	≤ 25	≤ 25
Espesor combinado (% del ancho total) ⁽³⁾	≥ 37,5	≥ 30	≥ 20	

1. Los huecos pueden ser huecos verticales que atraviesan las piezas, o rebajes o asas.
2. El límite del 60% para las piezas de hormigón, puede aumentarse en un país si se dispone de experiencia nacional, basada en ensayos, que confirme que la seguridad de las fábricas no se reduce de modo importante cuando tienen una proporción de huecos mayor que éste para las piezas que se emplean en el país.
3. El espesor combinado es la suma de los espesores de las paredes y tabiquillos de una pieza, medido perpendicularmente a la cara.

Tabla 1. Clasificación de los grupos de piezas de fábrica de hormigón (de acuerdo al CTE-SE-F).

1.1.1. BLOQUES DE ÁRIDO DENSO

Retomando la definición de bloque, el bloque de árido denso es la pieza prefabricada a base de cemento, agua y áridos finos y/o gruesos, naturales y/o artificiales, con o sin adiciones y aditivos, incluidos pigmentos, de forma sensiblemente ortoédrica, con una relación alto/ancho inferior a 6, y alto/largo inferior a 1, sin armadura alguna.

Entran en este grupo los Bloques de densidades normalmente comprendidas entre 1700 kg/m³ y 2400 kg/m³, pudiendo estar hidrofugados para utilizarse como material cara vista.

a. Bloque de Hormigón Hueco:

Tiene diversos formatos, siendo el más común el de 40x20x20 cm, con dos grandes huecos, que permiten armar verticalmente a través de ellos con barras corrugadas y hormigón de relleno. Suelen ser piezas con endentados laterales para acomodar el mortero.

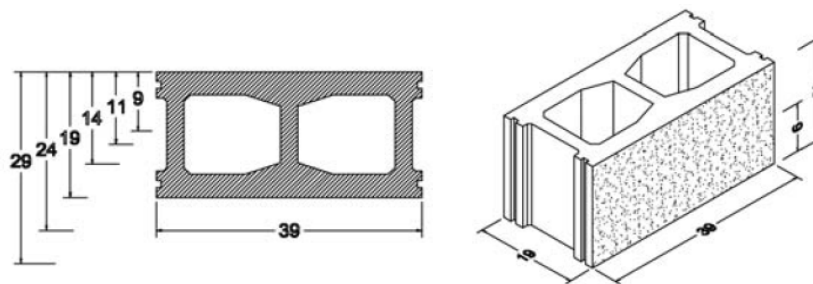


Ilustración 4. Bloque de Hormigón Hueco.

b. Piezas especiales:

El bloque normal se combina con piezas de esquina y medias piezas para construir las esquinas, jambas, encuentros,...etc.

Acompañando a la pieza tradicional antes descrita, suelen incorporarse variantes en forma de "U" para crear vigas, dinteles o zunchos de hormigón armado, tanto para bloques de árido denso como de árido ligero.

Las piezas de zuncho y dintel son un tipo de piezas en forma de canal, simple o doble, destinada a servir de encofrado permanente a un dintel, a una cadena de atado, o a un zuncho de hormigón armado.

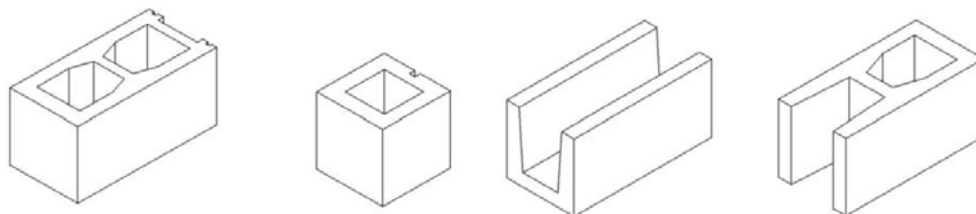


Ilustración 5. Bloque de esquina y medio bloque de árido denso. Bloques en "U" para crear zunchos o vigas de hormigón armado.

Para rematar el frente de los forjados, manteniendo la modulación, color, textura y características del bloque de la fábrica, se fabrican piezas estrechas del mismo tipo del material del bloque (plaquetas) para chapar los frentes de forjado, y que no queden vistos.

Cuando en una esquina los dos muros que se encuentran en ella son de distinto ancho o modulación, es necesario recurrir a piezas especiales de esquina o bloques de encuentro, para lograr mantener el aparejo de ambos paramentos, a pesar de la diferencias de ancho de sus piezas.

Las piezas de comienzo o terminación, al igual que las estándar, tienen forma de paralelepípedo rectangular, que presenta perforaciones uniformemente repartidas, en el eje normal al plano de asiento, con un índice de macizo máximo de 0,8. Se fabricarán medios bloques, y bloques con una y dos caras perpendiculares lisas para comienzos, terminaciones, esquinas y mochetas.

Cuando el espesor de la fábrica es menor o mayor que la mitad de la longitud del bloque, la pieza de esquina en "L" ayuda a resolver uniones en esquina de muros.

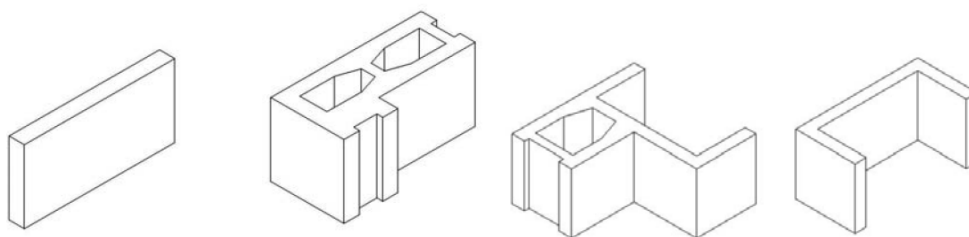


Ilustración 6. Plaqueta y bloque de encuentro para mantener el aparejo en determinados muros. Bloques para pilastro de enlace y pilastro sencilla.

c. Bloque multicámara:

Es un bloque de hormigón hueco de árido denso que tiene varias cámaras (2, 3, 4 ó 5) en función de su ancho, en sentido longitudinal y paralelas a la pared exterior. Su longitud habitual es de 39 cm y los anchos varían de 19, 24 ó 29 cm.

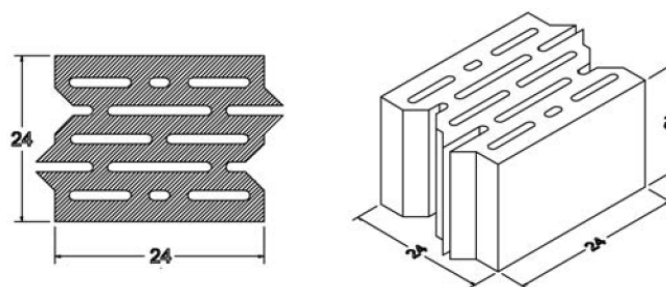


Ilustración 7. Bloque multicámara machihembrado.

d. Acabados, colores y texturas:

Se fabrican bloques con distintos colores, texturas y acabados, lo que permite dar un carácter diferente a la obra en el caso de emplear bloque de hormigón visto.

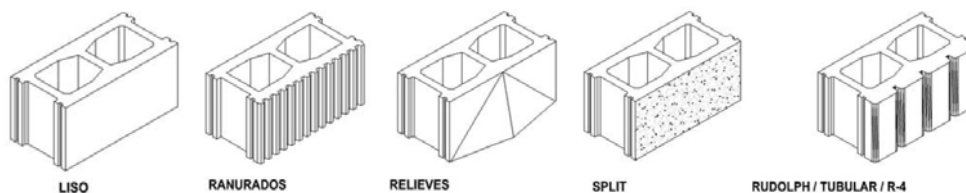


Ilustración 8. Acabados del bloque de hormigón visto.

1.1.2. BLOQUES DE ÁRIDO LIGERO

Pieza prefabricada a base de cemento, agua y áridos (de los cuales al menos aproximadamente un 40% en volumen son áridos ligeros), con o sin adiciones y aditivos, incluidos pigmentos, de forma sensiblemente ortoédrica, con unas dimensiones máximas recomendadas de 1500 mm de longitud, 500 mm de espesor y 650 mm de altura.

Entran en este grupo los Bloques con densidad normalmente inferior a 1700 kg/m³. Por su ligereza, se fabrican piezas de gran formato que suelen estar endentadas para evitar disponer mortero en las llagas o juntas verticales.

Al igual que en el bloque de áridos densos existen piezas estándar y de comienzo o terminación, con perforaciones y un índice de macizo superior a 0,8 realizada generalmente con hormigones ligeros para poder ser manejadas por un operario. Además existen piezas especiales como las de zuncho y dintel, plaqueta, etc. Análogas a las de bloques de áridos densos.

Comercialmente este bloque es denominado Arliblock por el empleo de arcilla expandida como árido ligero, conocida como "arlita".

a. Macizo:

Bloque conformado con árido de arcilla expandida y mortero de cemento, con cualidades aislantes térmicas, que incorpora estrechas cámaras

intermedias. Requiere para su terminación, un determinado acabado impermeable.

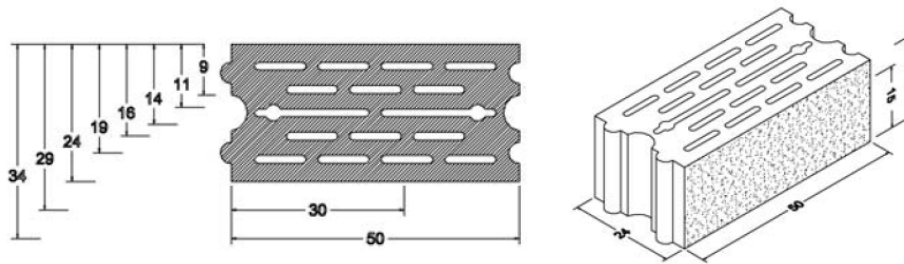


Ilustración 9. Bloque Arliblock Macizo.

b. Multicámara:

Bloque conformado con árido de arcilla expandida y mortero de cemento, dejando dos o más cámaras en su ancho, para incrementar su capacidad aislante y aumentar su ligereza. Requiere para su terminación un determinado acabado impermeable.

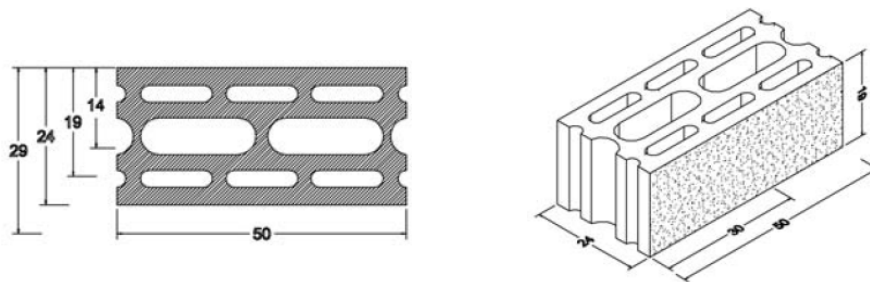


Ilustración 10. Bloque Arliblock MultiCámara.

1.1.3. LADRILLO DE HORMIGÓN

Se trata de una pieza maciza y del tamaño y formato similar al del ladrillo, con un ancho y peso capaz de asirse y sentarse con una sola mano con las medidas preferentes siguientes.

a. Normal:

El ladrillo tradicional es macizo de árido denso y responde a los formatos DIN (29x14x5 cm) o métrico (24x11,5x5 cm), aunque puede tener algunas perforaciones.

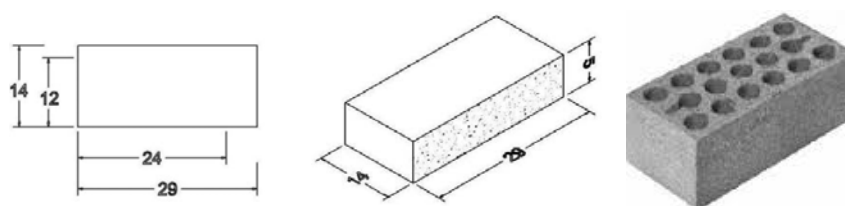


Ilustración 11. Ladrillo macizo de Hormigón normal y ladrillo de hormigón perforado.

Este tipo de ladrillos proporcionan un aislamiento acústico muy superior al del tradicional ladrillo cerámico, tanto en su variante maciza como perforada respectivamente. Gracias a este motivo y a la reciente oferta de este material en el mercado, el ladrillo de hormigón se está abriendo un lugar en la construcción actual, ya que reduce los espesores de los paramentos y simplifica su ejecución, factores que penalizan a las fábricas cerámicas con la aplicación de la reciente normativa técnica.

b. Alargado:

Actualmente, se fabrica un ladrillo tipo alargado, partiendo de bloques de hormigón con la altura de un ladrillo, diversos tipos de perforaciones. Normalmente tiene 40 cm de largo, y puede ser machihembrado para facilitar su puesta en obra y lograr su sellado, evitando dejar vista la llaga vertical.

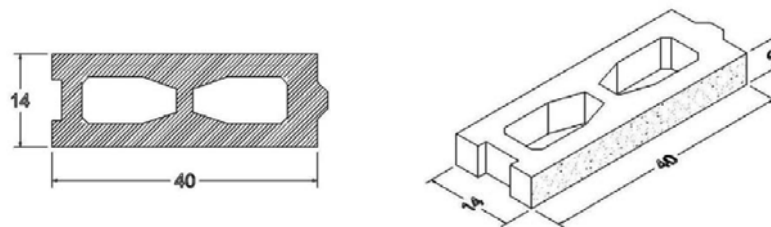


Ilustración 12. Ladrillo hueco de Hormigón alargado.

c. Aligerado:

Ladrillo de forma tradicional o alargada, pero realizada con árido ligero.

1.1.5. SILLARES DE HORMIGÓN

Suelen ser piezas macizas o huecas de forma prismática con posibles endentados o cuñas, para aumentar el rozamiento entre ellas, a la hora de asentarse en seco unas sobre otras, con una cierta inclinación o ataluzado, cuyo ángulo viene obtenido por el propio diseño de la pieza. En ocasiones pueden incorporar fijaciones mecánicas entre ellas para lograr el mismo objetivo.

Se suelen complementar con la resistencia a tracción que les ofrece el peso del terreno que sostienen, gracias a emplear mallas plásticas que actúan de tirantes y se anclan bajo dicho terreno previamente excavado y vuelto a rellenar.

a. Prismático:

Pueden ser de forma paralelepípedica, con terminaciones inclinadas en ángulo o curvas, y con distintos acabados, para obtener diversos efectos estéticos, y facilitar que en ellas se adhiera la vegetación. Pueden contemplar huecos para rellenar.

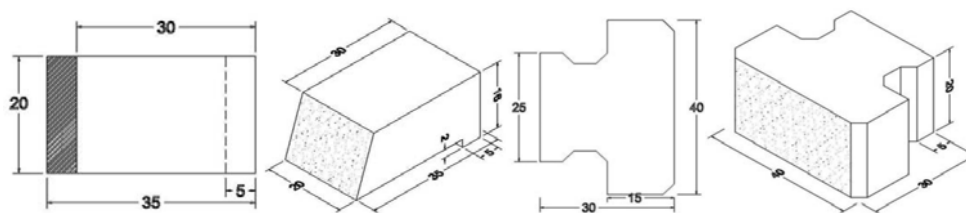


Ilustración 13. Sillares de hormigón.

b. Endentado:

En ocasiones, disponen de un endentado que permite disponerlas de forma machihembrada, para adquirir mayor resistencia, hacer muros curvos, o bien complementarlas con un relleno de grava o de hormigón armado tradicional, con posibles armaduras alojadas en sus entrantes.

1.2. MORTEROS Y HORMIGONES

Se denomina mortero a la mezcla de uno o varios conglomerantes inorgánicos, árido fino o arena, y agua con o sin aditivos.

- El conglomerante habitualmente utilizado es el cemento pudiéndose utilizar mezclas de cemento y cal.
- La arena o árido fino es el árido que pasa por el tamiz de cuatro milímetros, utilizándose árido silíceo o calizo habitualmente.
- El agua comúnmente utilizada es la del abastecimiento público necesitando realizar ensayos en el caso que se utilicen aguas procedentes de pozos.
- Por aditivo se entiende aquellos productos que incorporados al mortero modifican en estado fresco y o endurecido alguna de sus características como la trabajabilidad, impermeabilidad, etc.

TIPOS DE MORTEROS PARA FÁBRICA

1. Los morteros para fábricas se definen como ordinarios, para junta delgada, o ligeros, de acuerdo con sus componentes.
2. Se consideran prescritos por resistencia o por dosificación, según el método de definición de su composición.
3. Pueden ser de factoría (tanto dosificados como amasados), semipreparados de factoría, de obra, o premezclados, según el método de fabricación. Los morteros preparados y semipreparados de factoría deben ser conformes a la Norma EN 998-2. El mortero de obra debe ser acorde con la Norma EN 1996-2. El mortero premezclado de cal y arena debe ser acorde con la Norma EN 998-2, y debe utilizarse según esta norma.

Los morteros ordinarios para fábricas pueden ser morteros prescritos por resistencia o por dosificación, de acuerdo con la Norma EN 998-2. Los morteros para junta delgada y ligeros para fábricas deben ser morteros prescritos por resistencia de acuerdo con la Norma EN 998-2.

Para la fábrica de bloques de hormigón, teniendo en cuenta sus características, no se recomienda utilizar morteros superiores a M-5 y M-7,5 en dinteles armados.

Los morteros empleados en fábricas armadas distintas a las armadas en los tendeles, no deben tener una resistencia a compresión menor de 4N/mm², y para las fábricas armadas en tendeles, no debe ser menor de 2 N/mm².

Tipo de mortero	Resistencia a la compresión en N/mm ²	Cemento	Cal aérea	Arena
M-2,5				
a	2,5	1	0	8
b		1	2	10
M-5				
a	5	1	0	6
b		1	1	7
M-7,5				
a	7,5	1	0	4
b		1	0,5	4
M-15				
a	15	1	0	3
b		1	0,25	3

Tabla 2. Designación y dosificación de morteros. Ejemplo: el mortero M-5 se puede obtener bien con una composición en volumen cemento, cal aérea, arena 1:0:6 o bien 1:1:7.

1.3. ARMADURAS

Existen tres tipos de armaduras diferenciadas para emplear en la fábrica (al margen de tendones de atirantado para elementos pre/post-tensados), que se diferencian tanto por su tipo de prefabricación industrial, como por su empleo específico en obra, facilitando con ello, la colocación del armado en la albañilería, y garantizando la durabilidad adecuada del acero, en función de si quedan embebidas en hormigón o recubiertas de mortero, y del medioambiente en que se empleen.

Las armaduras podrán ser barras lisas o corrugadas de acero, pudiendo no tener ninguna protección frente a la corrosión, o tener un determinado tratamiento de protección como el galvanizado, o capa epoxi sobre galvanizado..., o ser de acero inoxidable.

A la hora de escoger el tipo de armadura a emplear, además de su resistencia (diámetro), y su tipología (barras, armaduras de tendel, costillas), habrá que tener en cuenta su grado de protección frente a la corrosión, de acuerdo al grado de agresividad del medioambiente, teniendo en cuenta la disposición de la armadura según el tipo de fábrica:

- Armaduras sin proteger frente a la corrosión,

- . con acero totalmente embebido en el hormigón.
- . con acero embebido en mortero en muros revocados.
- Armaduras protegidas con galvanizado ligero,
 - . con acero embebido en mortero para muros interiores.
- Armaduras protegidas con galvanizado ligero + capa epoxi,
 - . con acero embebido en el mortero en muros exteriores cara vista.
- Armaduras protegidas con galvanizado fuerte o inoxidable,
 - . con acero total o parcialmente al aire.

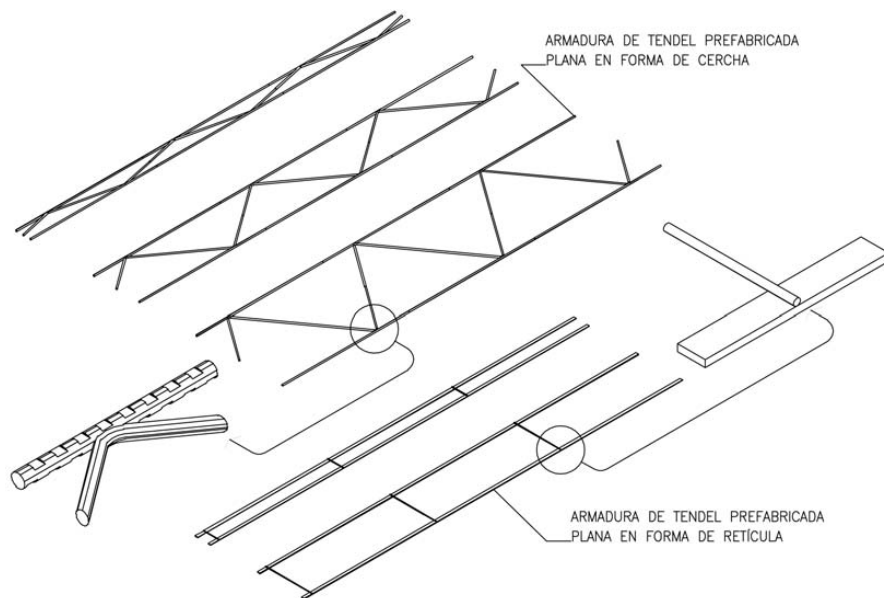


Ilustración 14. Tipologías de armaduras de tendel prefabricadas planas: en cercha y en retícula de distintos anchos y prestaciones.

1.4. ELEMENTOS AUXILIARES

Además de los tres componentes básicos descritos (piezas de la fábrica, morteros y armaduras), se presentan una serie de elementos auxiliares que complementan las fábricas en determinados puntos y situaciones, según las necesidades.

LLAVES, ANCLAJES Y FIJACIONES

Los muros de fábrica pueden requerir elementos complementarios, normalmente metálicos, para conectarse entre sí o con otras estructuras resistentes.

Las llaves son los conectores que afianzan entre sí las dos hojas de fábrica de un muro capuchino.

Los anclajes son los conectores que afianzan un elemento de fábrica, con cualquier otra estructura, normalmente de hormigón armado, de acero o también de fábrica.

En función del tipo estructural que se esté desarrollando constructivamente, podrán requerirse llaves o anclajes sin que ofrezcan ninguna libertad de movimiento, o bien una o bien dos.

IMPERMEABILIZANTES, AISLAMIENTOS Y SELLANTES

Para la funcionalidad higrotérmica y acústica de la edificación, a veces es necesario combinar, los materiales de fábrica con otros componentes para controlar las humedades, las pérdidas de calor y aminorar la transmisión del ruido.

ELEMENTOS SINGULARES

Se han desarrollado elementos singulares con funciones específicas, como pueden ser los apoyos especiales para soportar puntualmente las fábricas de cerramiento. Estos sistemas permiten hacer el cerramiento de hoja exterior pasante, con aislamiento continuo por delante de la estructura, evitando puentes térmicos y el paso de humedades.

2. ESTADO ACTUAL DE LAS SOLUCIONES Y PRODUCTOS COMERCIALES

Actualmente existen variedad de productos comerciales de creación más o menos reciente, o incluso en proceso de desarrollo vinculados directamente con el bloque de hormigón. Estos productos consisten principalmente en nuevas soluciones constructivas incorporadas en el bloque o sistema diseñado, o bien consisten en nuevos acabados en la superficie vista del bloque.

Resulta de especial relevancia para esta tesis el hecho de que no se haya encontrado ningún sistema o bloque de hormigón diseñado específicamente para facilitar la integración de las instalaciones en las fábricas de bloque de hormigón.

Antes de exponer cada una de ellas, cabe destacar que en muchos casos estos nuevos productos dan respuesta a unas necesidades inexistentes o incluso no llegan a ofrecer una solución total a la problemática presentada, llegando a proponer diseños imposibles de fabricar (evidenciando la falta de rigor en el proceso de investigación y desarrollo). Con esto podría intuirse que en algunos casos, la aparición de estos productos responde únicamente a un interés comercial.

Cabe destacar que las soluciones y productos aquí expuestos se describen respetando y ciñéndose a las indicaciones de los propietarios de las patentes o de los productores, por lo que en determinados casos habrá que observarlos con cierta reserva.

2.1. NUEVAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

2.1.1. BLOQUE CON AISLAMIENTO TÉRMICO

El bloque con aislamiento térmico incorporado, o bloque pre-aislado, consiste básicamente en incluir un material aislante térmico, generalmente poliestireno expandido, en el diseño de la pieza.

La primera solución en esta dirección consistió en la simple introducción de piezas de aislante en los huecos del bloque, lo que evidentemente mejora las condiciones higrotérmicas de un cerramiento realizado con fábrica de bloque, aunque no deja de ser una solución de dudosa efectividad puesto que los tabiquillos interiores del bloque forman una tupida red de puentes térmicos. Haciendo un cálculo aproximado se podría estimar que la superficie aislada es la misma que la no aislada, lo que visto por otra parte puede ser interesante para casos muy concretos en los que al menos esa superficie es mejor que ninguna. Sin embargo, a pesar de lo que pudiera parecer, se obtienen unos valores para la resistencia térmica en estos bloques que por término medio duplican a los de los bloques estándar,

dependiendo principalmente del tipo de aislamiento y el ancho del bloque.

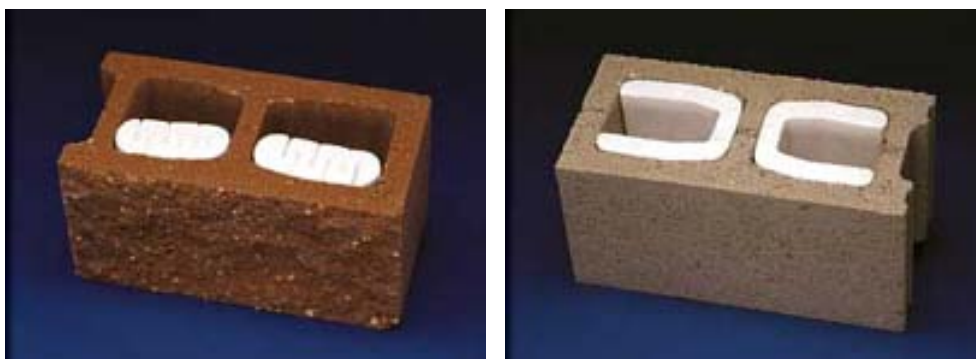


Ilustración 15. Muestras de bloque con aislante térmico introducido en los huecos (Concrete Block Insulating Systems).

Además de una mejora en las condiciones higrotérmicas del cerramiento se mejoran del mismo modo las condiciones acústicas, aumentando el aislamiento a ruido aéreo aunque sin afectar al ruido por impacto debido a los puentes fónicos que suponen las paredes interiores.

Posteriormente aparecieron otras piezas más evolucionadas, en las que desaparece el puente térmico dentro de la pieza. Esta mejora se logró mediante la colocación de una plancha de aislante entre la pieza principal del bloque y otra plaqueta de hormigón a modo de acabado, tipo sandwich. El sistema de unión entre las tres piezas puede ser mediante pegado o fijación mecánica gracias a su geometría.

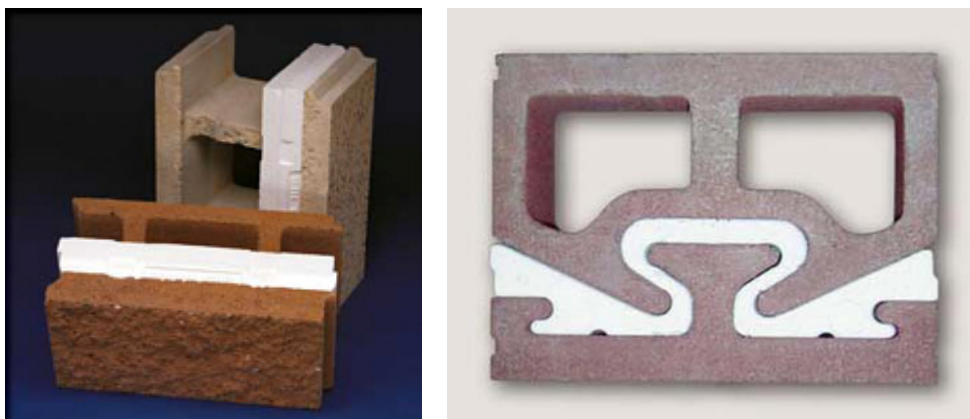


Ilustración 16. Muestras de bloque con aislante térmico entre dos piezas de hormigón.

Al igual que en el caso anterior, además de una mejora en las condiciones higrotérmicas del cerramiento, se mejoran al mismo tiempo las condiciones acústicas, aunque en este caso aumentando el aislamiento tanto a ruido aéreo como a ruido por impacto, a pesar de seguir existiendo puentes en las juntas.

Estos tipos de bloque se colocan del mismo modo que el bloque estándar, siendo una de sus ventajas la rapidez de ejecución de la obra ya que se levanta el cerramiento completo de una sola vez (hoja interior, aislamiento y hoja exterior).

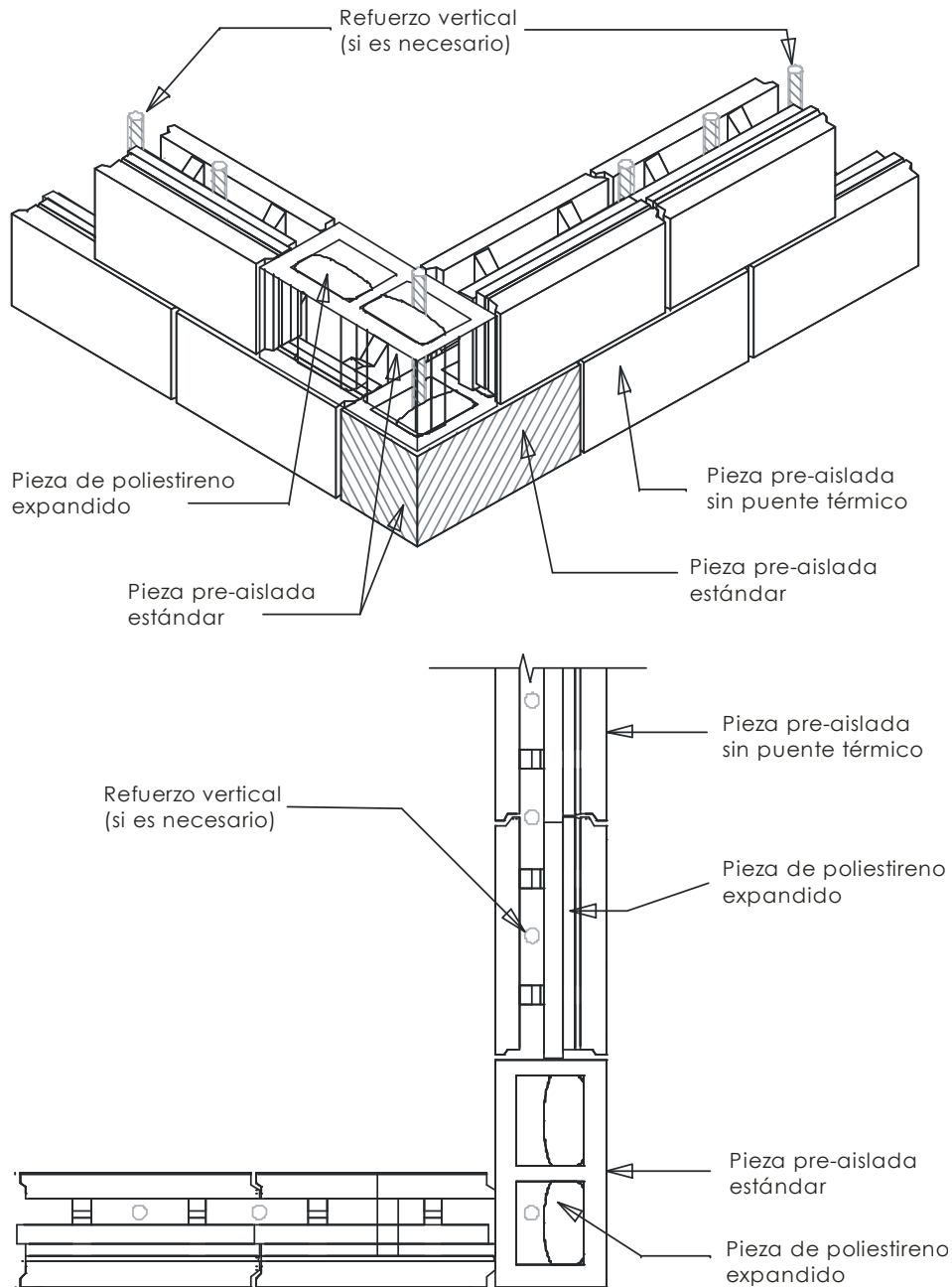


Ilustración 17. Detalle en esquina con piezas pre-aisladas.

Hay que tener en cuenta que en caso de fuego prolongado el poliestireno puede llegar a destruirse, con lo que podrían desaparecer las capacidades iniciales del producto, aunque en la actualidad se emplean poliestirenos con retardantes frente a la acción de la llamas.

2.1.2. BLOQUE DE ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

El bloque de hormigón es ampliamente empleado en la arquitectura de grandes espacios, tales como instalaciones deportivas, centros comerciales, platós de televisión, edificios industriales, talleres, salas de máquinas,... etc., en los cuales no se solía dar importancia a la acústica del local. Por este motivo surgió hace ya años una generación de bloques especiales diseñados para mejorar el acondicionamiento acústico de aquellos espacios caracterizados por la presencia de la fábrica de bloque visto.

Estos bloques especiales se distinguen por presentar una entrada para las ondas acústicas, conduciéndolas hacia los huecos interiores de las piezas, donde son rebotadas o absorbidas hasta que se disipan, de modo que se minimicen los molestos e incómodos ecos y reverberaciones. En general estas piezas pueden ser empleadas en fábricas estructurales, resultando bloques con unas características mecánicas muy similares a las de las piezas estándar equivalentes. Del mismo modo, los materiales empleados pueden ser los estándar de cada fabricante, con los mismos acabados superficiales que un bloque estándar (split, lavado, esmaltado, pulido,...).

Los diferentes modelos responden a diferentes patentes, todas ellas de The Proudfoot Company Inc., con sus correspondientes nombres comerciales, tales como "Soundblox", "Soundcell", o "Acoustade".

Los más básicos simplemente introducen un corte que comunica los huecos interiores del bloque con el exterior, a modo de resonadores, para que el sonido entre y sea absorbido en el interior. Si el corte es cónico, en forma de embudo, el funcionamiento del sistema mejora.

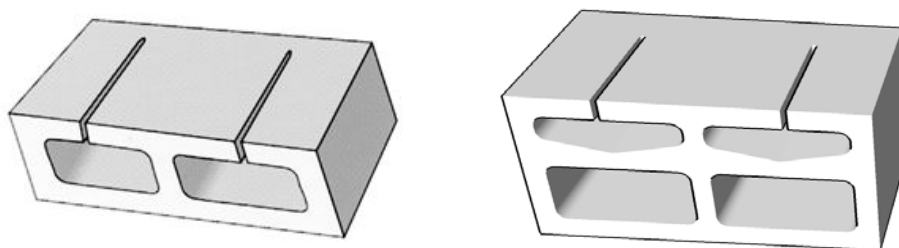


Ilustración 18. Muestra de bloque de hormigón para acondicionamiento acústico Soundblox tipo A1 y A1RF (para refuerzo vertical), consistente en un bloque estándar con canales de entrada en cada hueco.

Para poder satisfacer las diferentes exigencias y ampliar el abanico de posibilidades, las piezas pueden ser más evolucionadas, introduciendo materiales absorbentes como lanas minerales o chapas metálicas, aumentando notablemente la capacidad absorbente del sistema.

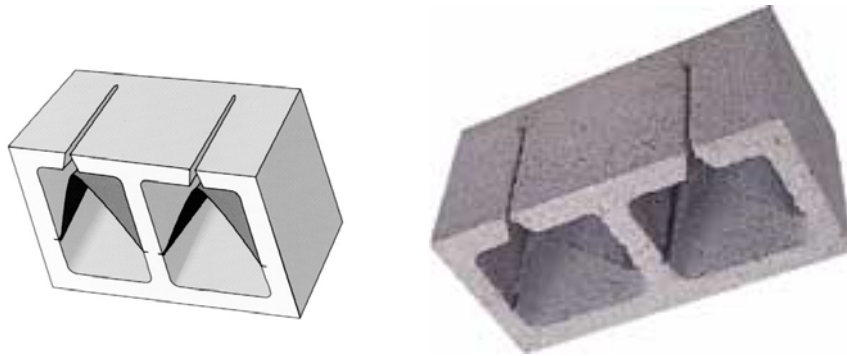


Ilustración 19. Muestra de bloque de hormigón para acondicionamiento acústico Soundblox tipo Q, consistente en un bloque estándar con canales de entrada cónicos en cada hueco y chapa plegada de acero en el interior. La chapa mejora la absorción y permite el refuerzo vertical de la fábrica.

Estos materiales deben ser inalterables por la acción del fuego ya que podrían prenderse a través de las aberturas, y en caso de colocarse en paramentos exteriores el absorbente acústico deberá ser resistente al agua. Según el tipo de pieza, podemos encontrarnos con elementos de fibra de vidrio, lana de roca, espuma de polietileno, fieltro, chapa de metálica o tablero de virutas de madera, estos últimos cumpliendo la función además de separadores en el caso de macizarse los huecos de la fábrica.

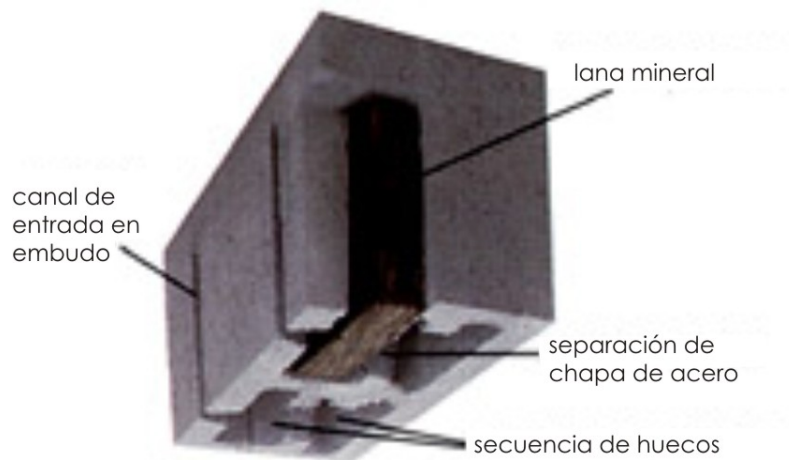


Ilustración 20. Muestra de bloque de hormigón para acondicionamiento acústico, consistente en un bloque estándar con canales de entrada cónicos hacia sus huecos especiales, donde se encuentran un panel de lana mineral y un separador de chapa de acero (para posibilitar el refuerzo vertical de la fábrica).

Se comprueba la posibilidad de adaptación del sistema para casos y usos concretos mediante el diseño de las aberturas, geometría de la superficie y el uso de los materiales empleados en el interior de los huecos.

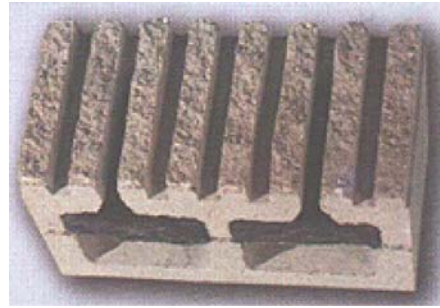
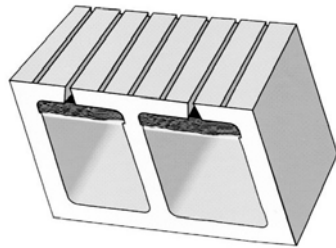


Ilustración 21. Muestra de bloque de hormigón para acondicionamiento acústico Soundblox tipo RSR, especial para barreras acústicas de tráfico rodado, consistente en un bloque estándar con canales de entrada cónicos en cada hueco, absorbente interior incombustible y acanaladuras exteriores que mejoran la difusión del sonido.

Otras piezas algo más complejas ofrecen planos exteriores no ortogonales que mejoran las condiciones acústicas. Al mismo tiempo, según el diseño de las piezas, pueden incluir en el interior de los huecos los mismos materiales que las piezas anteriores. Este sistema presenta dos bloques diferentes, Soundcell y Acoustade, variando la geometría de su cara exterior, por lo que el uso de este tipo de piezas requerirá un estudio previo de las necesidades del local o edificio que se proyecta, de modo que se adapten las características del bloque acústico a los requisitos del proyecto, mediante la modificación de los elementos interiores del bloque.

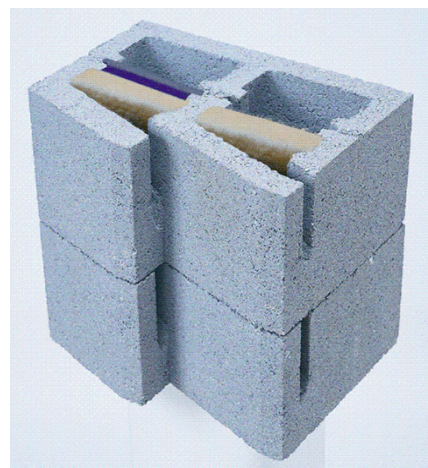


Ilustración 22. Muestras de bloque de hormigón para acondicionamiento acústico Soundcell (izquierda) y Acoustade (derecha).

Las aplicaciones de todos estos tipos de bloques son las mismas que las del bloque estándar, aunque se debe tener en cuenta que si se desea emplear en exteriores se deben escoger modelos sin inclusión de absorbentes, ya que el agua y la humedad podrían llegar a deteriorarlos, o en todo caso con un tratamiento superficial adecuado. Gracias a la aparición de estos productos, el bloque de hormigón se está empleando exitosamente en auditorios, salas de conferencias, aulas, iglesias o salas de instalaciones, donde las condiciones acústicas son de gran importancia.



Ilustración 23. Interior de un polideportivo con bloque de acondicionamiento acústico Soundblox.



Ilustración 24. Interior de una sala de música con bloque de acondicionamiento acústico Soundcell.

La puesta en obra de estos bloques no requiere mano de obra especializada, aunque sí cierto cuidado en aquellos modelos con inclusión de materiales absorbentes delicados en su interior.

2.1.3. BLOQUE PARA MACIZADO

El “Azar Dry/Stack Block” (“Azar Block en seco/pegado”) es un sistema sin mortero que usa el entrelace mecánico entre las piezas para proporcionar estabilidad durante el proceso de ejecución del muro. Una vez levantado el paramento se rellenan los huecos con hormigón, con lo que se obtiene una fábrica fuertemente armada.

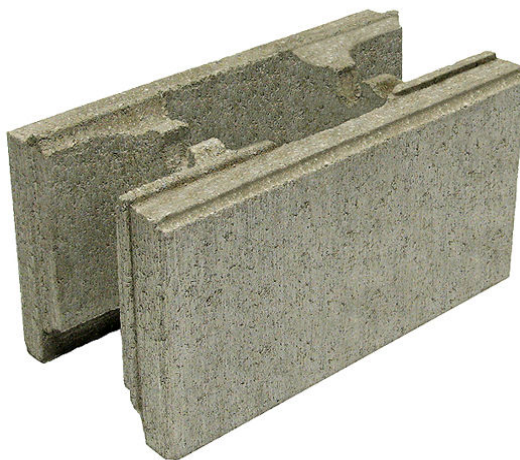


Ilustración 25. Muestra de bloque para macizado Azar block (pieza estándar).

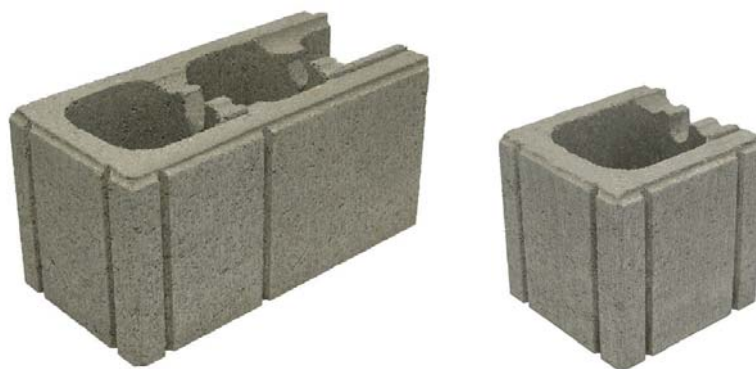


Ilustración 26. Muestras de bloque para macizado Azar block (pieza de remate y esquina, y medio bloque).

El entrelace se produce mediante dos mecanismos:

- Las piezas incluyen un saliente en su parte superior que se encaja en un rehundido de la cara inferior del bloque de la hilada siguiente. Este saliente se produce a lo largo de la cara interior de las paredes exteriores del bloque, que al mismo son de un espesor mayor al normal. Estas anchas paredes y el completo relleno del muro confieren al paramento una mayor resistencia.

Los resaltes interiores de las paredes del bloque aseguran la alineación vertical de las piezas y proporcionan al mismo tiempo una barrera frente a la penetración del agua exterior.

- Los resaltes y entrantes que las piezas muestran en sus cabezas hacen que los bloques se entrelacen con el adyacente a lo largo de la hilada.

Al igual que los anteriores, estos resaltes y entrantes facilitan la alineación entra piezas y proporcionan al mismo tiempo una barrera frente a la penetración del agua exterior.

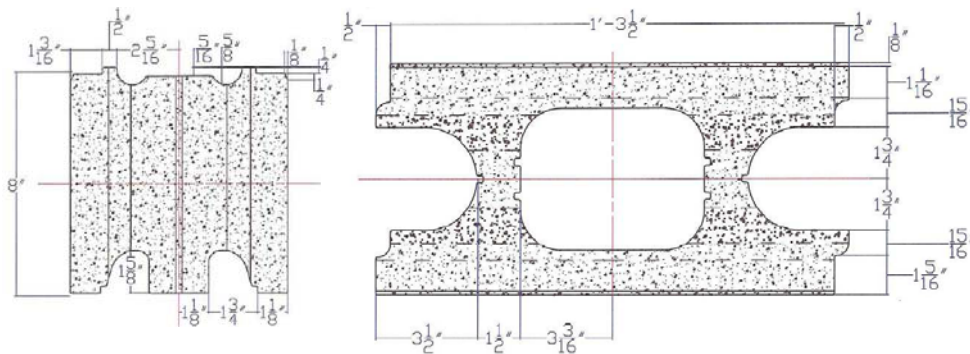


Ilustración 27. Detalle de la pieza Azar block. Alzado lateral [izquierda] y planta [derecha].

Los huecos interiores de los bloques quedan alineados una vez levantada la fábrica y el diseño de las piezas facilita la inclusión de armaduras verticales y el correcto rellenado de las piezas. Los recortes diseñados en las partes superior e inferior de los tabiquillos interiores proporcionan espacio suficiente para la colocación del armado horizontal y su posterior rellenado con hormigón, que deberá ser picado durante el vertido.



Ilustración 28. Puesta en obra del bloque para macizado Azar block.

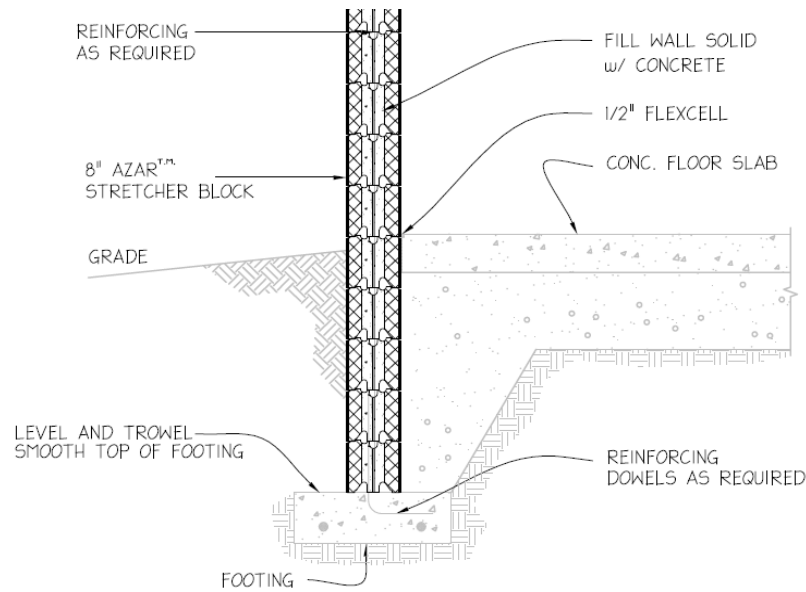


Ilustración 29. Sección tipo de muro de bloque macizado Azar block.

Con el uso del Azar block pueden considerarse 4 tipos de muros:

- Hormigonados. Para muros de poca altura, donde la resistencia se proporciona mediante el relleno con hormigón. Aunque no se trate de muros armados, la buena práctica recomienda el armado puntual habitual en encuentros, huecos,... etc.
- Parcialmente hormigonado (con o sin armadura puntual). En casos donde las cargas son relativamente elevadas, los refuerzos con armadura y hormigonado en determinados huecos, formando nervios, le permite resistir las cargas, aunque de este modo no se está garantizando la estanqueidad del paramento frente a la penetración de agua a no ser que se disponga alguna otra solución complementaria.
- Hormigonado y armado. Para aquellos muros en los que se requiere una capacidad elevada frente a cargas verticales u horizontales, se rellena todo el muro con hormigón y se dispone armadura vertical y horizontal.
- Junta pegada. En muros sin función estructural o pequeños muros de jardín, las piezas pueden reforzarse y estabilizarse mediante adhesivos químicos a lo largo de las juntas.



Ilustración 30. Junta pegada mediante adhesivo.

Sobre este sistema cabe destacar que está totalmente estudiado y aparentemente bien desarrollado, con multitud de detalles e incluso método de cálculo específico; si bien su utilidad y la indicación de su uso puede llegar a ser dudosa frente a otras posibles soluciones capaces de resolver la misma problemática. Considerando su empleo únicamente donde puede resultar interesante en comparación con la fábrica tradicional, es decir en muros enterrados o de sótano, este producto podría ser aconsejable sólo si se tiene en cuenta y se valora especialmente la ventaja de su ejecución por un usuario doméstico y al mismo tiempo se obvian los inconvenientes, ya que de lo contrario indudablemente el habitual muro de hormigón armado es normalmente una solución mejor.

2.1.4. SISTEMA DE ALBAÑILERÍA INTEGRAL – ALLWALL BLOC+

Los muros de fábrica armada acostillados, es decir, con armaduras prefabricadas en los tendeles y con costillas verticales a distancias horizontales regulares, son idóneos para soportar las acciones horizontales del viento en los cerramientos y particiones, debiendo transmitir dichos esfuerzos a la estructura perimetral, para lo que se complementan con las fijaciones apropiadas.

La regularidad en la separación vertical de las armaduras de tendel y/o de la separación horizontal de las costillas, así como si éstas últimas tienen que ir reforzadas, junto con el tipo de anclajes a disponer a los soportes estructurales, dependerá del cálculo.



Ilustración 31. Ejecución de un muro acostillado. Colocación de un bloque estándar con una cabeza abierta.

La apertura del hueco necesario para alojar las costillas durante la ejecución de la fábrica, se realiza habitualmente mediante corte con herramienta eléctrica, aunque la pieza especial Bloc+ trata de facilitar su ejecución.

Este sistema, de diseño nacional, trata de facilitar la ejecución de este tipo de fábricas. Para ello se diseña una pieza que consiste en un bloque que tiene al menos en una de sus cabezas una serie de debilitamientos de rotura controlada, para facilitar su apertura por el colocador, sin que ello afecte en principio ni a las características geométricas de la pieza ni al aparejo visto empleado en la fábrica, que circunstancialmente puede armarse en vertical mediante costillas por acceso lateral, abriendo el colocador el hueco de acceso lateral en obra.



Ilustración 32. Pieza del sistema de albañilería integral Bloc+.

Sin embargo y pese al correcto desarrollo de la pieza, este diseño puede dar problemas durante su puesta en obra, ya que la rotura programada efectivamente se produce, aunque al mismo tiempo el giro y desplazamiento de los fragmentos desechables genera un esfuerzo en su movimiento natural que puede provocar la rotura de la pieza entera.



Ilustración 33. Rotura inesperada en Bloc+ durante la apertura del hueco.

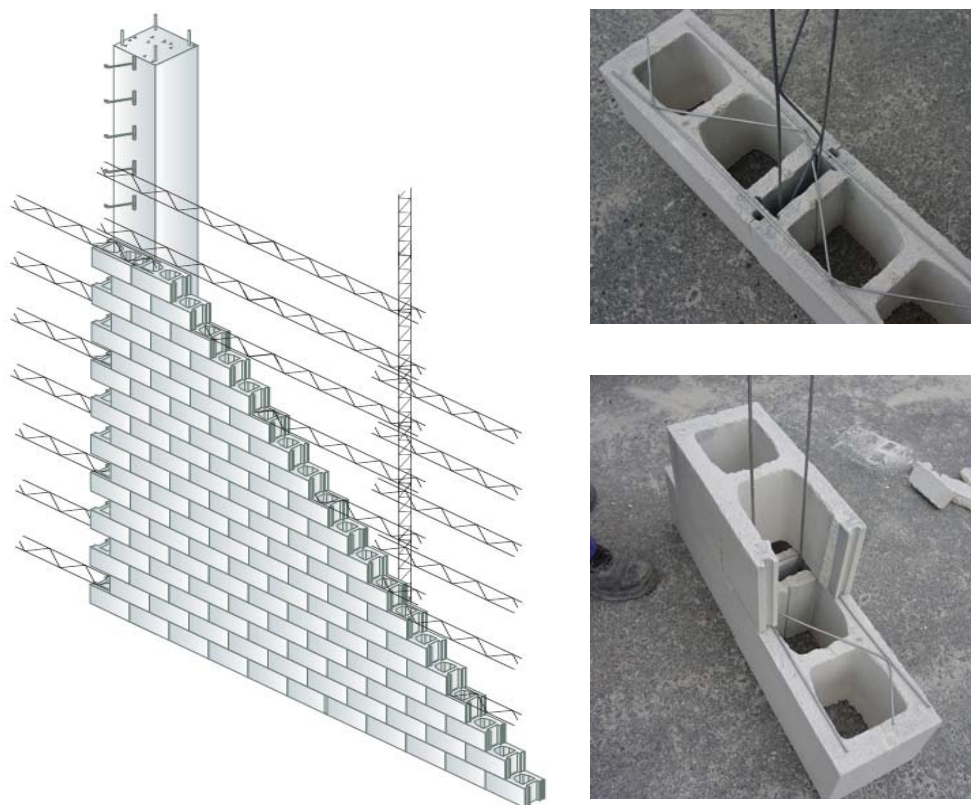


Ilustración 34. Sistema de armado en un muro acostillado. Uso de piezas especiales Bloc+.

Esta pieza especial debe ser empleada únicamente en aquellos puntos de la fábrica en los que debe existir costilla vertical de refuerzo, aunque podría emplearse este bloque especial para toda la fábrica. Para establecer este punto habría que conocer en qué medida afectan en la resistencia de pieza los cortes introducidos.

Tal como se ha mencionado, la ejecución de la fábrica armada con costillas o redondos verticales puede solventarse en obra mediante la apertura del hueco de un bloque estándar con herramienta eléctrica radial, sin necesidad de recurrir a un bloque especial. Con esta pieza se estaría ganando rapidez en la apertura del hueco del bloque y se evitaría el polvo producido por la herramienta eléctrica de corte, aunque por otra parte se tendría que tener en cuenta el escombros generado por roturas inadecuadas de la pieza, tal como se ha mostrado en la Ilustración 33.

2.1.5. BLOQUES ENLAZABLES

El sistema Ductilblock de bloques enlazables en cola de milano consiste en una amplia colección de piezas con este tipo de ensamble, mediante machihembrado de las juntas, de tal modo que no sea necesario emplear mortero de juntas.



Ilustración 35. Muestra de bloque enlazable Ductilblock y cruce de muros.

Este sistema pretende simplificar la ejecución de la fábrica y está enfocado al usuario particular que pretende acometer la construcción de una pequeña edificación por sí mismo, aunque aparentemente parece que más bien es un sistema complejo y con multitud de piezas singulares. Estas piezas se producen únicamente en ancho de 20 cm.

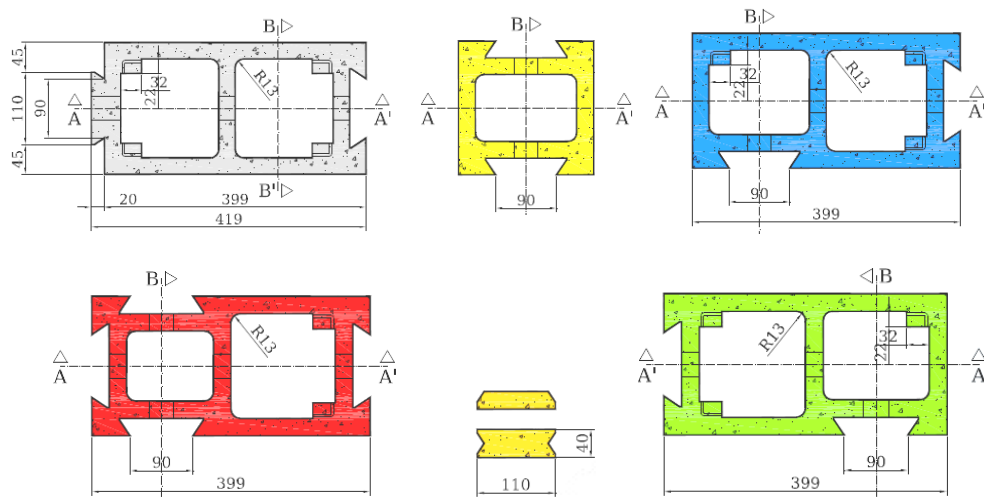


Ilustración 36. Colección de piezas del sistema Ductilblock.

Al mismo tiempo la colección de piezas presenta unos pequeños rebajes en la parte superior de los tabiquillos, ofreciendo así alojamiento a un posible refuerzo horizontal en el centro del muro; si bien este tipo de refuerzos son recomendables únicamente cuando la fábrica vaya a ser macizada, ya que de lo contrario el redondo de acero horizontal introducido no trabajará correctamente, y al quedar en contacto con el aire en los huecos del bloque acabaría oxidándose (con los problemas que ello conlleva).

2.1.6. BLOQUES POSTESADOS

Sin duda este sistema, conocido comercialmente con el nombre de Bolt-A-block, introduce una novedad sustancial, puesto que se trata de una

fábrica a hueso en la que las piezas se mantienen vinculadas mediante un entramado interno de pletinas horizontales y barras roscadas verticales, apretadas de tal modo que se obtiene un postesado del conjunto.



Ilustración 37. Vista del interior de un muro de fábrica de bloque postesada tipo Bolt-A-block, se aprecian las pletinas horizontales y las barras verticales.

El sistema se compone unas piezas de bloque de hormigón básicas a las que se les ha practicado un leve rebaje en los tabiquillos, para poder alojar la pletina horizontal de acero. Al mismo tiempo se presentan dos piezas especiales, una maciza de media altura con dos perforaciones (para pasar las barras roscadas), y otra similar a la pieza básica aunque con un suplemento en uno de sus lados con el objeto de producir un saliente en la fábrica, a modo de ménsula, para facilitar el apoyo de diferentes elementos (como pueden ser vigas de madera, viguetas, otra fábrica de menor espesor,... etc.).

Además de las piezas prefabricadas de hormigón, este sistema incluye los elementos de postesado, conseguido mediante pletinas de acero de diferentes longitudes, todas ellas con agujeros (roscados o lisos) equidistantes, y unas barras roscadas en un extremo con cabeza hexagonal en el otro extremo, presentadas estas últimas en dos posibles longitudes (para el arranque en la base las más largas y para el resto de la fábrica las más cortas).

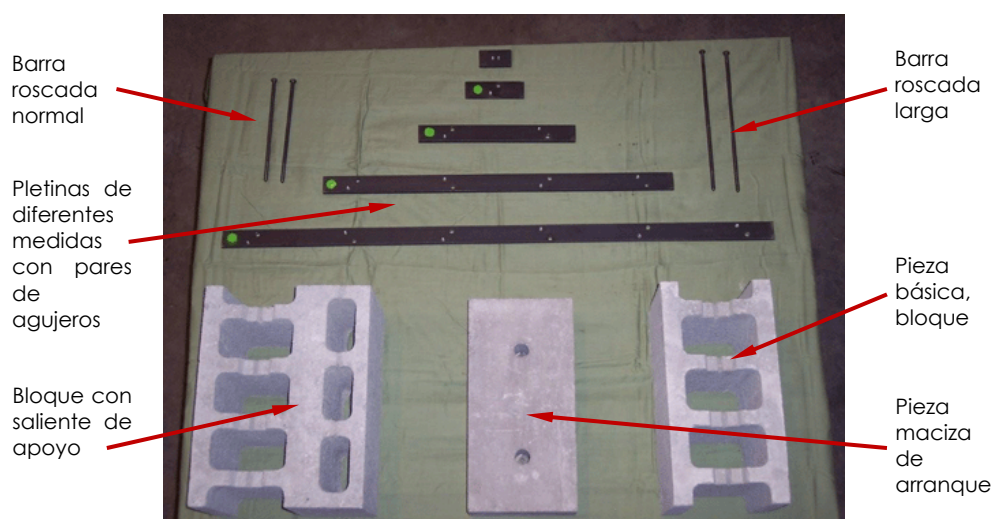


Ilustración 38. Componentes del sistema de fábrica de bloque postesada tipo Bolt-A-block.

El proceso constructivo (descrito gráficamente en la Ilustración 39) empieza lógicamente por el arranque en la base, donde se disponen las piezas especiales macizas sobre el firme existente. En la cara inferior de estas piezas macizas se colocan las pletinas más pequeñas, con un único agujero roscado. Sobre esta hilada base se dispone la primera hilada de bloque, sobre la que a su vez se colocan las pletinas, de diferentes longitudes según las necesidades. Las pletinas recién colocadas en el rebaje superior del bloque se fijan a la pletina inferior mediante las barras roscadas, que cuentan con una cabeza hexagonal en su extremo superior. Estas pletinas presentan una serie de agujeros, equidistantes y coincidentes con los huecos del bloque; estos agujeros se presentan en pares, siendo uno de ellos el destinado a introducir la barra roscada desde arriba y el otro el roscado destinado a apretar la hilada desde abajo.

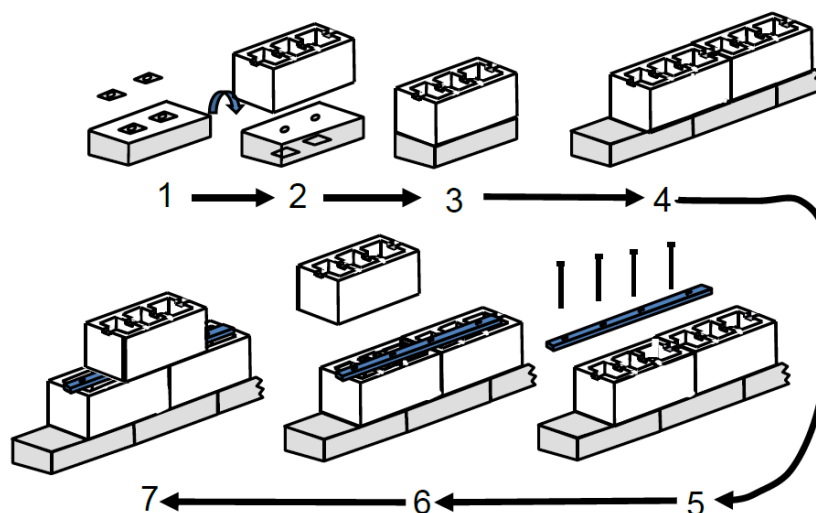


Ilustración 39. Esquema del proceso de ejecución de la fábrica de bloque postesada tipo Bolt-A-block.



Ilustración 40. Levantamiento de un muro con el sistema Bolt-A-block. Arranque con piezas macizas sobre un encachado de grava compactada [izquierda]. Hiladas con pletinas interpuestas para el atornillado de las barras roscadas [derecha].

Aparentemente este sistema no aporta ventajas destacables sobre la fábrica de bloque normal armada, si bien es posible que resulte interesante en casos excepcionales, como en climas extremos en los que el uso de mortero no resulte posible, casos en los que no haya posibilidad de suministro de agua durante la ejecución de la obra, o casos en los que se requiera el posterior desmontaje de la construcción. Por todo ello se considera que esta nueva solución podría ser atractiva en circunstancias de emergencia tras alguna catástrofe.

Por otra parte, la presencia de acero en contacto con el aire en el interior de la fábrica, hace pensar en posibles problemas por oxidación y corrosión, aunque todas las piezas estén protegidas según el fabricante.

2.1.7. BLOQUE VENTILADO DE FACHADA

Los sistemas de fachada ventilada muestran gran cantidad de ventajas sobradamente demostradas, por este motivo ha surgido este bloque de hormigón especial que incluye la creación de una cámara ventilada en la propia pieza. Con esta pieza se obtiene una hoja ventilada de fachada y no una fachada ventilada al uso, ya que carece del aislamiento térmico necesario.

El sistema Ventiblock es una patente de origen nacional tan reciente que algunos modelos todavía no ha sido fabricados ni ensayados, encontrándose en un punto de inmadurez tal que los diseñadores incluso proponen piezas imposibles de producir por los fabricantes en sus instalaciones actuales.

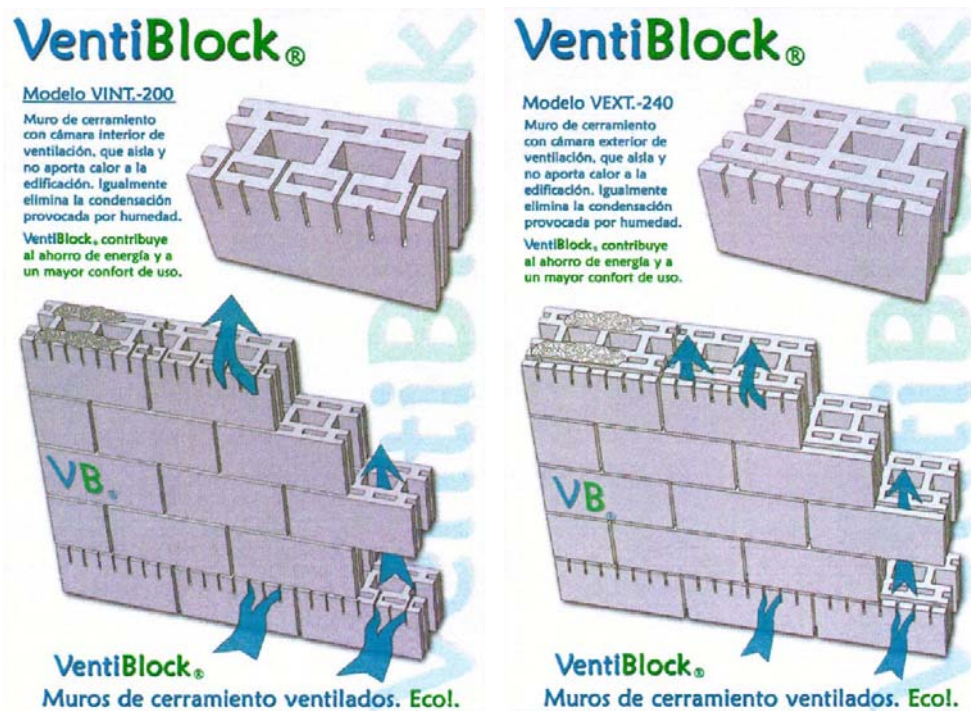


Ilustración 41. Muestras de bloque para fachada ventilada (Ventiblock®).

De los modelos presentados en la ilustración anterior, resulta llamativa la similitud con los bloques de acondicionamiento acústico mostrados en el apartado 2.1.2. Bloque de acondicionamiento acústico, diferenciándose únicamente en la función de las aberturas, actuando como resonadores en un caso y como ventilaciones en el otro.

Con este sistema de cerramiento se obtiene una cámara ventilada y una hoja de fachada resistente, aunque debido a la falta de aislamiento en la propia cámara el sistema por sí solo se antoja recomendado únicamente en aquellos casos en los que se requiera un interior protegido de las altas temperaturas derivadas de la acción del sol.

Para edificios normales, en los que se debe asegurar cierto confort térmico, será necesario incluir en el cerramiento un elemento aislante térmico, y con este bloque la única opción es trasdosarlo junto con otra hoja al interior. De este modo lo que se obtiene es efectivamente un cerramiento con ventilación incorporada, aunque probablemente la ejecución de una fachada ventilada común estuviese más justificada, si bien es cierto que la ejecución de este sistema no requiere los anclajes y ajustes de la anterior.

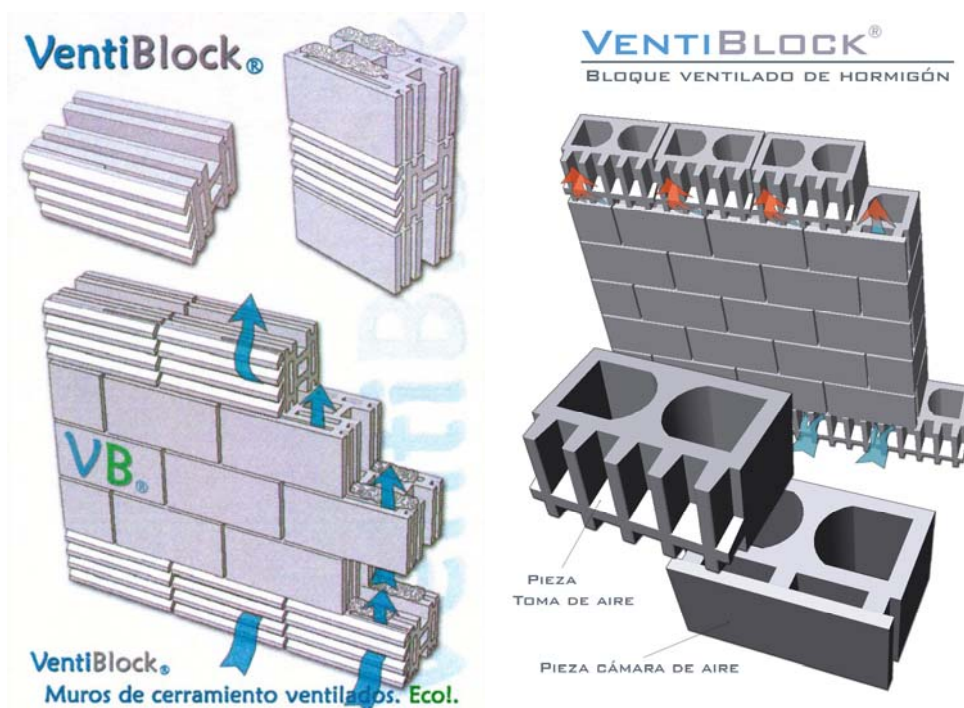


Ilustración 42. Bloques especiales de fachada ventilada VentiBlock®, difícilmente fabricables en instalaciones tipo.

Tal como se mencionó anteriormente, este sistema es reciente y en cierto modo inmaduro, ya que proponen piezas que no resulta posible producir en la mayoría de instalaciones especializadas en la fabricación de bloque de hormigón (prácticamente ninguna). Esto se debe a que algunas piezas presentan una geometría que no se adapta al desplazamiento producido entre las diferentes partes del molde de la maquinaria, independientemente del tipo de instalación puesto que todas ellas tienen un funcionamiento similar. Estos condicionantes impuestos por el proceso de fabricación deberán ser tenidos en cuenta para el desarrollo de cualquier bloque de hormigón, tal como se describe en la segunda parte de la presente tesis.

2.2. NUEVOS ACABADOS

Además de los conocidos relieves geométricos en la superficie del bloque, como la punta de lanza (o de diamante) o lo acanalados y estriados, obtenidos directamente desde el molde de fabricación, existen en la actualidad diversos procesos que proporcionan multitud de acabados superficiales diferentes.

2.2.1. BLOQUE COLOREADO

Sin lugar a dudas la primera modificación realizada sobre el bloque original, fue el coloreado del mismo mediante el mero empleo de colorante/s como aditivo/s del hormigón.

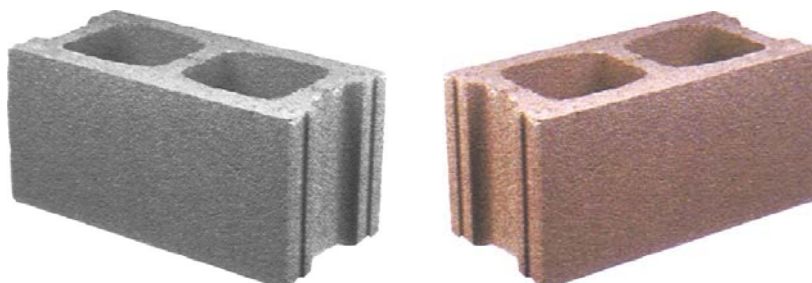


Ilustración 43. Comparativa entre bloque de color natural y bloque coloreado.

Al principio simplemente se empleaba un único colorante, con lo que se obtienen bloques de color liso y uniforme en toda su masa. Sin embargo, más recientemente y básicamente en conjunción con el acabado split (descrito en el siguiente apartado), se fabrican bloques con mezcla de dos y tres colores obteniendo una imagen “veteada”.



Ilustración 44. Ejemplos de bloques con dos colores.

El proceso de fabricación con más de un colorante surgió muy posteriormente, ya que es necesario implementar un equipo que suministre el segundo (y tercer) colorante de modo que no se mezcle durante el amasado, ya que de lo contrario se obtendría un hormigón de color uniforme resultado de su combinación.

2.2.2. BLOQUE SPLIT

Al igual que otros muchos, este bloque toma su nombre del inglés, en el que “split” significa partir o rotura. Si analizamos su proceso de fabricación en seguida nos resulta evidente su relación con el nombre que recibe. El acabado superficial split resultante es rugoso, en cierto modo, similar al de la piedra natural.



Ilustración 45. Comparativa entre paredes con acabado liso [izquierda] y acabado rugoso tipo split [derecha]. Ambos con combinación de piezas de diferentes colores.

La fabricación de este tipo de bloque es exactamente igual a la del bloque liso normal, con la salvedad de que en el molde se elimina la separación entre dos bloques, con lo que se obtiene un “bloque doble” (dos bloques unidos).

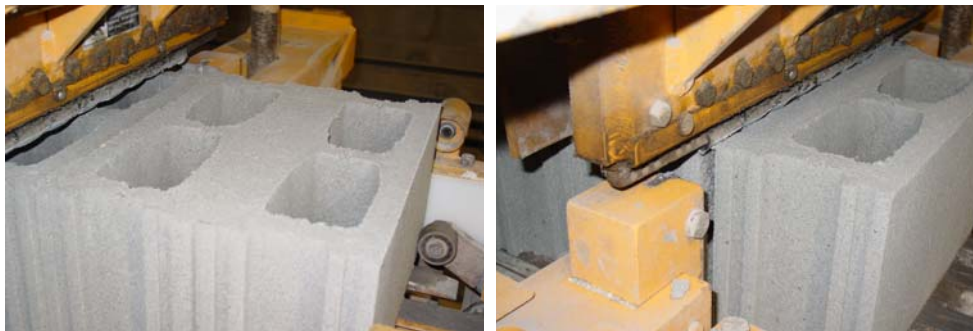


Ilustración 46. Esplitado de piezas. Entrada en la esplitadora de dos bloques unidos [izquierda]. Esplitado, separación de los dos bloques por rotura [derecha].

Del mismo modo se pueden conseguir bloques con dos caras split opuestas y/o contiguas, para obtener muros con acabado split en sus caras o remates con acabado split en extremos de muro o huecos de ventanas y pasos. Para ello en ocasiones es necesario fabricar incluso tres bloques unidos, legando incluso hasta cuatro en casos concretos.



Ilustración 47. Ejemplo de carta de colores de un fabricante de bloque split.

2.2.3. BLOQUE PULIDO

Dentro de los acabados superficiales de nueva aparición, el más sencillo es el del pulido de la/s cara/s vista/s, mediante el paso de las piezas por una pulidora lineal de disco/s una vez fabricado el bloque estándar.

Este acabado es posible realizarlo a cualquier bloque estándar de cara/s lisa/s una vez terminado el fraguado y endurecido de la pieza, pudiendo aprovechar el paso del bloque por la pulidora para redondearle las aristas en el caso del bloque en esquina.

Las aplicaciones son las mismas que las del bloque estándar, pudiendo emplearse tanto en interior como en exterior.

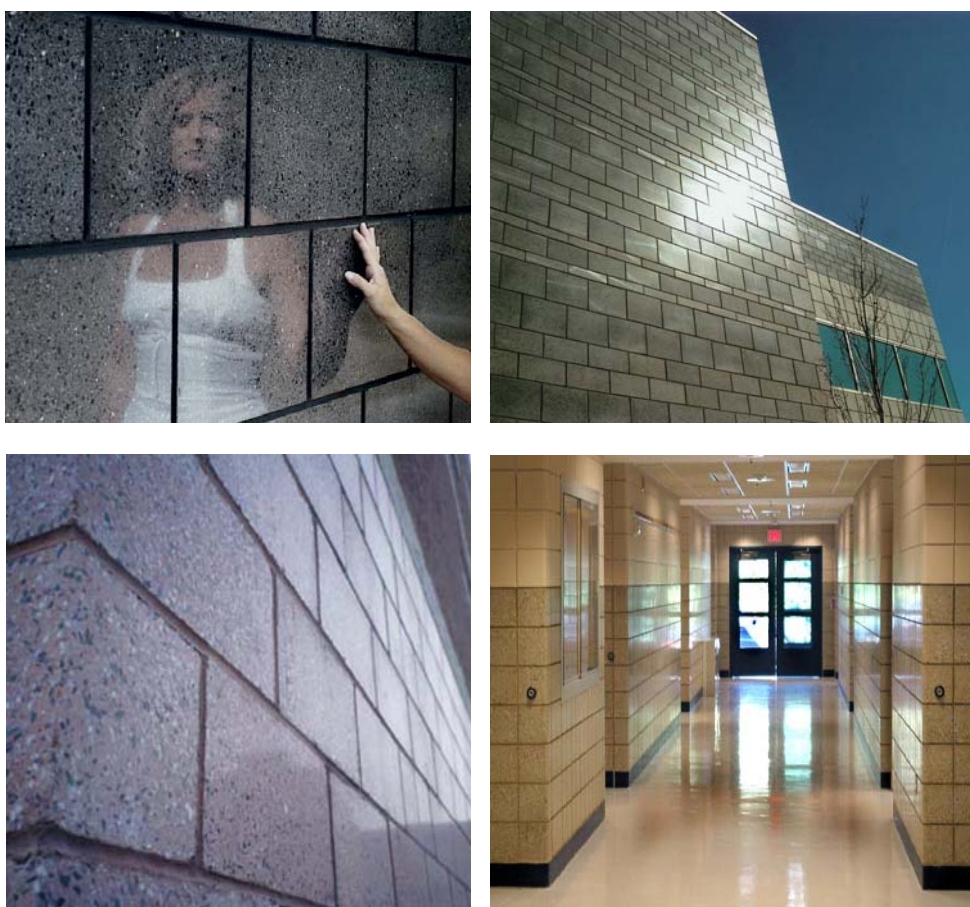


Ilustración 48. Paredes de bloque con acabado superficial pulido.

Normalmente los fabricantes que ofrecen este producto presentan una carta de colores y modelos muy amplia debido a la mejora en el acabado, tratando de adaptarse a las exigencias del mercado.

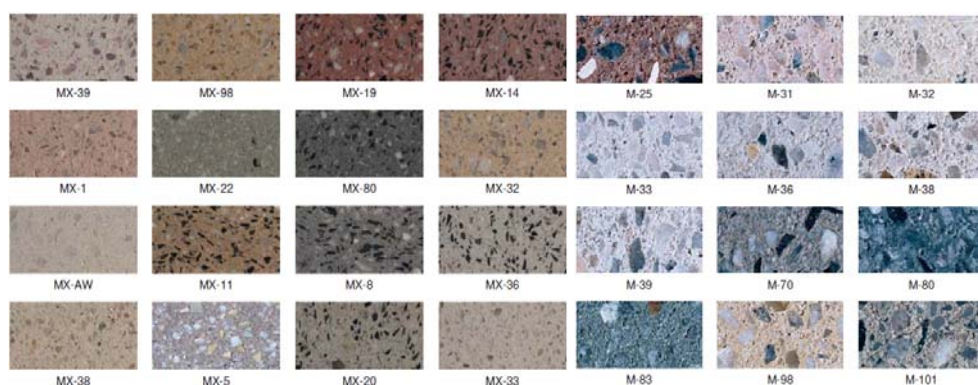


Ilustración 49. Ejemplo de carta de colores de un fabricante de bloque pulido

Este tipo de acabado no interfiere en las características de la pieza, si no que básicamente le confiere un nuevo aspecto, únicamente se pueden considerar ciertos aspectos:

- El pulido facilita la limpieza.
- Los paramentos resultan más tersos con lo que el contacto él y los roces ocasionales son más suaves que con el bloque liso estándar.
- Se reduce la absorción en el caso de aplicación de pinturas, lo que al mismo tiempo hace que sea difícil aplicar revestimientos conglomerados como los enfoscados. En principio irrelevante ya que se entiende que se trata de un bloque cara vista.
- El acabado puede resultar similar al buscado con otras soluciones, como por ejemplo con el aplacado posterior con piedras naturales, de este modo pueden suprimirse determinados revestimientos, con el consiguiente ahorro constructivo y económico.

Este proceso puede ser aplicado a casi cualquier tipo de bloque una vez producido este, e incluso combinarse con alguno de los descritos en el apartado anterior, obteniendo por ejemplo bloque de acondicionamiento acústico con superficie pulida o bloque con aislamiento térmico con su/s cara/s pulida/s.

2.2.4. BLOQUE ESMALTADO

Este curioso acabado superficial le confiere al bloque de hormigón la apariencia de un alicatado con plaqueta cerámica tradicional, aunque realmente se trata de un proceso industrial que ofrece un resultado similar en un único producto.

Estas unidades cuentan con un compuesto tipo esmalte como acabado superficial y permanente en una o más caras. Este compuesto es aplicado en forma líquida mediante semi-inmersión sobre la/s cara/s vista/s, y se cura mediante tratamiento térmico en un horno de túnel, convirtiéndose así en parte integrante del bloque.



Ilustración 50. Muestras de bloque con acabado superficial esmaltado-vitrificado (Astraglace).

Al igual que en el caso anterior, las aplicaciones son las mismas que las del bloque estándar, pudiendo emplearse tanto en interior como en exterior, aunque lo habitual es su uso en interiores y más concretamente en casos como piscinas, hospitales, vestuarios, lavanderías, colegios,... etc. en los que la limpieza y la presencia del agua son un factores importantes o habituales.



Ilustración 51. Ejemplos con bloque con acabado superficial esmaltado-vitrificado.

Normalmente, al igual que en el caso anterior, los fabricantes que ofrecen este producto presentan una carta de colores y modelos muy amplia debido a la mejora en el acabado, tratando de adaptarse también a las exigencias del mercado.



Ilustración 52. Ejemplo de carta de colores de un fabricante de bloque esmaltado.

Este tipo de acabado además de otorgar un nuevo aspecto, influye en los factores higrotérmicos del paramento, y podrá ser considerado del mismo modo que un paramento revestido alicatado.

Este proceso también puede ser aplicado a casi cualquier tipo de bloque una vez producido este, e incluso combinarse con alguno de los descritos en el apartado anterior, obteniendo por ejemplo bloque de acondicionamiento acústico con superficie esmaltada o bloque con aislamiento térmico con su cara interior esmaltada (e incluso la exterior pulida).



Ilustración 53. Bloque de acondicionamiento acústico con acabado superficial esmaltado-vitrificado.

La ejecución del paramento será la misma que con el uso de bloque estándar, únicamente habrá que tener en cuenta que la ejecución de las juntas de mortero deberá ser rehundida para proceder al rejuntado con lechadas o morteros una vez terminada la pared.

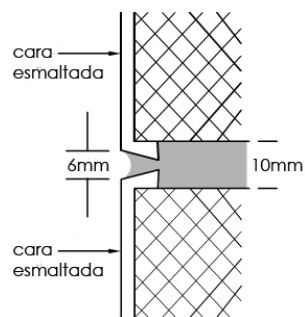


Ilustración 54. Detalle de junta en fábrica de bloque con acabado superficial esmaltado.

2.2.5. BLOQUE LAVADO

El bloque lavado ha sido probablemente el último en implantarse en el mercado, sin que por el momento esté disponible en nuestro mercado nacional (al igual que el anterior). Su acabado superficial consiste en un lavado a presión proyectado sobre la/s cara/s deseada/s una vez se ha obtenido la pieza estándar y antes de su endurecimiento; el resultado es el una superficie lisa aunque ligeramente irregular, pudiendo situarse entre un acabado liso y uno rugoso tipo split.

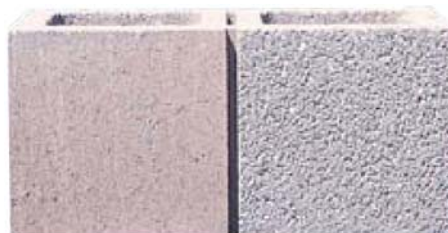


Ilustración 55. Diferencia entre acabado liso estándar [izquierda] y acabado lavado [derecha] sobre una misma pieza.



Ilustración 56. Ejemplo de carta de colores y textura resultante en el bloque lavado.

Las aplicaciones de este tipo de bloque son las mismas que del bloque normal, pudiendo emplearse tanto en interior como en exterior.



I. Antecedentes . Estado actual del conocimiento
B. Sobre las instalaciones eléctricas

I. ANTECEDENTES . ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO

B. SOBRE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

1. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO

La instalación eléctrica de un edificio puede ser acometida de diferentes maneras, con las que puede lograrse una mayor o menor integración en su construcción.

Antes de centrarse en el caso concreto de la construcción con fábrica de bloque de hormigón se considera oportuno hacer un análisis previo sobre los sistemas de ejecución de la instalación, y no sólo de su descripción sino también de su modo de ejecución, pues habrá que tenerlo en cuenta a la hora de desarrollar un sistema de integración de la instalación eléctrica en la fábrica de bloque.

Para la elaboración del presente apartado se han tenido en cuenta las consideraciones realizadas por la diferente normativa técnica relativa a las instalaciones "cableadas", y en especial por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión vigente en España (RD 842/2002 de 2 de agosto), nombrado como REBT2002, y su Guía de aplicación técnica.

DISPOSICIONES BÁSICAS PARA EL TENDIDO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Interacción con otras instalaciones

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las medidas necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se dispondrán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas y las no eléctricas sólo deben ir dentro de un mismo canal o hueco en la construcción cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- a) La protección contra contactos indirectos debe estar asegurada, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas, como elementos conductores.
- b) Las canalizaciones eléctricas estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que pueda presentar su

proximidad a canalizaciones, y especialmente se debe tener en cuenta:

- La elevación de la temperatura, debida a la proximidad con una conducción de fluido caliente.
- La condensación.
- La inundación, por avería en una conducción de líquidos; en este caso se tomarán todas las disposiciones convenientes para asegurar su evacuación
- La corrosión, por avería en una conducción que contenga un fluido corrosivo.
- La explosión, por avería en una conducción que contenga un fluido inflamable.
- La intervención por mantenimiento o avería en una de las canalizaciones puede realizarse sin dañar al resto.

Accesibilidad

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Estas posibilidades no deben ser limitadas por el montaje de equipos en las envolventes o en los compartimentos.

Identificación

Las canalizaciones eléctricas deben disponerse de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a realizar reparaciones, transformaciones, etc. Por otra parte, el conductor neutro o compensador, cuando exista, estará claramente diferenciado de los demás conductores.

Las canalizaciones pueden considerarse suficientemente diferenciadas unas de otras, bien por la naturaleza o por el tipo de los conductores que la componen, o bien por sus dimensiones o por su trazado. Cuando la identificación pueda resultar difícil, debe establecerse un plano de la instalación que permita, en todo momento, esta identificación mediante etiquetas o señales de aviso indelebles y legibles.

Condiciones generales de la ejecución

En la ejecución de las instalaciones interiores se deberá tener en cuenta:

- No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.
- Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en el que se realice una derivación del mismo, utilizando un dispositivo apropiado, tal como un borne de conexión, de forma que

permita la separación completa de cada parte del circuito del resto de la instalación.

- Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc., instalados en cocinas, cuartos de baño, secaderos y, en general, en los locales húmedos o mojados, así como en aquellos en que las paredes y suelos sean conductores, serán de material aislante.

- La instalación empotrada de estos aparatos se realizará utilizando cajas especiales para su empotramiento. Cuando estas cajas sean metálicas estarán aisladas interiormente o puestas a tierra.

- La instalación de estos aparatos en marcos metálicos podrá realizarse siempre que los aparatos utilizados estén concebidos de forma que no permitan la posible puesta bajo tensión del marco metálico, conectándose éste al sistema de tierras.

Paso de canalizaciones a través de elementos de la construcción

El paso de las canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, se debe realizar de acuerdo con las siguientes prescripciones:

- En toda la longitud de los pasos de canalizaciones no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables.

- Las canalizaciones deben estar suficientemente protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad. Esta protección se exigirá de forma continua en toda la longitud del paso.

- Si se utilizan tubos no obturados para atravesar un elemento constructivo que separe dos locales de humedades marcadamente diferentes, se dispondrán de modo que se impida la entrada y acumulación de agua en el local menos húmedo, curvándolos convenientemente en su extremo hacia el local más húmedo. Cuando los pasos desemboquen al exterior se instalará en el extremo del tubo una pipa de porcelana o vidrio, o de otro material aislante adecuado, dispuesta de modo que el paso exterior-interior de los conductores se efectúe en sentido ascendente.

- En el caso que las canalizaciones sean de naturaleza distinta a uno y otro lado del paso, éste se efectuará por la canalización utilizada en el local cuyas prescripciones de instalación sean más severas.

- Para la protección mecánica de los cables en la longitud del paso, se dispondrán éstos en el interior de tubos normales cuando aquella longitud no exceda de 20 cm y si excede, se dispondrán tubos conforme a la tabla 3 de la Instrucción ITC-BT-21 del REBT2002. Los extremos de los tubos metálicos sin aislamiento interior estarán provistos de boquillas aislantes de bordes redondeados o de dispositivo equivalente, o bien los bordes de los tubos estarán convenientemente redondeados, siendo suficiente para los tubos metálicos con aislamiento interior que éste último sobresalga ligeramente del mismo. También podrán emplearse para proteger los

conductores los tubos de vidrio o porcelana o de otro material aislante adecuado de suficiente resistencia mecánica. No necesitan protección suplementaria los cables provistos de una armadura metálica ni los cables con aislamiento mineral, siempre y cuando su cubierta no sea atacada por materiales de los elementos a atravesar.

- Si el elemento constructivo que debe atravesarse separa dos locales con las mismas características de humedad, pueden practicarse aberturas en el mismo que permitan el paso de los conductores respetando en cada caso las separaciones indicadas para el tipo de canalización de que se trate.

- Los pasos con conductores aislados bajo molduras no excederán de 20 cm; en los demás casos el paso se efectuará por medio de tubos.

- En los pasos de techos por medio de tubo, éste estará obturado mediante cierre estanco y su extremidad superior saldrá por encima del suelo una altura al menos igual a la de los rodapiés, si existen, o a 10 cm en otro caso.

- Cuando el paso se efectúe por otro sistema, se obturará igualmente mediante material incombustible, de clase y resistencia al fuego, como mínimo, igual a la de los materiales de los elementos que atraviesa.

2. SISTEMAS DE INSTALACIÓN

Desde los orígenes de la construcción los edificios han contado con muros y paredes, sin embargo ante la relativamente reciente aparición de las instalaciones eléctricas surgió la necesidad de incorporarlas en el interior de los edificios.

La incorporación de la instalación en muros y tabiques tradicionalmente se ha realizado de dos maneras posibles: vista sobre los paramentos ya ejecutados y terminados, u oculta, empotrada en el interior de los mismos.

Una tercera posibilidad intermedia, es la planteada más recientemente por el Dr. Arquitecto Jesús Feijó Muñoz, en su tesis doctoral de 1990, "Propuesta de una instalación integral eléctrica y electrónica en los edificios de viviendas y su gestión mediante valores picos máximos". Esta propuesta consiste en empotrar los conductores en el revestimiento de los paramentos, mediante el uso de múltiples conductores integrados en una serie de bandas planas y otros elementos especiales, propios del sistema.

Para la elaboración del presente apartado se han tenido en cuenta nuevamente las consideraciones realizadas por la diferente normativa técnica relativa a las instalaciones "cableadas", y en especial por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión vigente en España (RD 842/2002 de 2 de agosto), nombrado como REBT2002, y su Guía de aplicación técnica.

Las instalaciones, de manera generalizada, se realizan mediante alguno de los siguientes sistemas:

- Instalaciones de superficie:
 - . Cables aislados fijados directamente sobre los paramentos.
 - . Cables aislados bajo tubo flexible o rígido.
 - . Cables aislados bajo canal protectora cerrada.
- Instalaciones en el interior de la construcción o empotradas:
 - . Cables aislados en el interior de huecos de la construcción.
 - . Cables aislados bajo tubo flexible.

Los sistemas de instalación de las canalizaciones en función de los tipos de conductores o cables deben estar de acuerdo con la Tabla 3, siempre y cuando las influencias externas estén de acuerdo con las prescripciones de las normas de canalizaciones correspondientes. Al mismo tiempo los sistemas de instalación de las canalizaciones, en función de la situación deben estar de acuerdo con la Tabla 4.

Conductores y cables		Sistemas de instalación							
		Sin fijación	Fijación directa	Tubos	Canales y molduras	Conductos de sección no circular	Bandejas de escalera Bandejas soportes	Sobre aisladores	Con fiador
Conductores desnudos		-	-	-	-	-	-	+	-
Conductores aislados		-	-	+	*	+	-	+	-
Cables con cubierta	Multi-polares	+	+	+	+	+	+	0	+
	Uni-polares	0	+	+	+	+	+	0	+

+ : Admitido
- : No admitido
0 : No aplicable o no utilizado en la práctica
* : Se admiten conductores aislados si la tapa sólo puede abrirse con un útil o con una acción manual importante y la canal es IP 4X o IP XXD

Tabla 3. Elección de las canalizaciones (tabla 1 de la ITC-BT-20 del REBT 2002).

Situaciones		Sistemas de instalación							
		Sin fijación	Fijación directa	Tubos	Canales y molduras	Conductos de sección no circular	Bandejas de escalera Bandejas soportes	Sobre aisladores	Con fiado
Huecos de la construcción	accesibles	+	+	+	+	+	+	-	0
	no accesibles	+	0	+	0	+	0	-	-
Canal de obra		+	+	+	+	+	+	-	-
Enterrados		+	0	+	-	+	0	-	-
Empotrados en estructuras		+	+	+	+	+	0	-	-
En montaje superficial		-	+	+	+	+	+	+	-
Aéreo		-	-	(*)	+	-	+	+	+
+ : Admitido - : No admitido 0 : No aplicable o no utilizado en la práctica (*) : No se utilizan en la práctica salvo en instalaciones cortas y destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida									

Tabla 4. Situación de las canalizaciones (tabla 2 de la ITC-BT-20 del REBT 2002).

2.1. INSTALACIONES DE SUPERFICIE

Desde los orígenes de las instalaciones eléctricas en los edificios se ha realizado el tendido de las líneas y la colocación de mecanismos de manera superpuesta a las paredes y muros ya ejecutados, bien fuesen elementos meramente divisorios organizadores del espacio interior o bien muros portantes con función estructural; e independientemente además de su sistema constructivo (tabiques de barrotillo y escayola, muros de mampostería, fábricas de ladrillo cerámico o bloque de hormigón, muros de hormigón armado,... etc.).

Este tipo de instalación ejecutada de manera superpuesta al paramento, se manifiesta necesariamente sobre el mismo, en mayor o menor medida, pero de manera inevitable. Antiguamente este era el único modo de disponer la instalación eléctrica por el edificio, pero actualmente la elección de este método de colocación puede verse motivada por diferentes factores:

- En muchos casos se emplea la plasticidad de la instalación y sus componentes como recurso estético, lo que obliga a realizar un estudio previo a su ejecución para conseguir el efecto buscado.

- En aquellos casos en los que se requiera cierta flexibilidad o adaptabilidad a las diferentes necesidades del usuario, tales como instalaciones para edificios de oficinas o industrias.
- Motivos económicos.
- Nuevas intervenciones sobre edificios existentes, rehabilitaciones o restauraciones.



Ilustración 57. Instalación eléctrica vista. Floristería en el Cementerio de Malmö (Sigurd Lewerentz).

Las instalaciones vistas o de superficie se ejecutan una vez terminado el paramento, sobre el que se dispondrán de manera totalmente independiente a él.

Actualmente existen múltiples posibilidades de ejecución gracias a los diferentes productos y materiales que la industria pone en el mercado, aunque básicamente las instalaciones de superficie están compuestas por:

- Canalizaciones, por las que discurre el tendido de las diferentes líneas hasta los puntos de consumo, mando o registro.
- Mecanismos y cuadros de consumo y mando.
- Cajas de registro.

Todos estos materiales se presentan en diferentes modalidades (tubo rígido, tubo flexible, canaletas o canales, componentes estancos,...etc.), sin embargo su proceso de ejecución suele ser el mismo.

Ejecución

En primer lugar se debe hacer un replanteo previo del tendido completo de la instalación, para a continuación ir fijándola sobre paramentos. Las

canalizaciones deben ir ajustándose tanto en medidas como en geometría al trazado definido, interponiendo los puntos de registro y mecanismos necesarios. En el caso de canalizaciones mediante tubo la fijación al paramento suele efectuarse mediante grapas metálicas o plásticas, ancladas gracias a una serie de taladros efectuados en el paramento. En el caso de canalizaciones mediante canaletas la fijación al paramento suele efectuarse mediante el atornillado directo de la canaleta, también a través de una serie de taladros efectuados en el paramento, si bien es cierto que existen canaletas de pequeñas dimensiones que pueden colocarse adheridas gracias a una cinta adhesiva de doble cara incorporada en su parte trasera (aunque poco recomendables por su escasa resistencia).

En segundo lugar y con la distribución de la instalación dispuesta sobre los paramentos, se procede al tendido del cableado por el interior de las canalizaciones hasta cada punto de consumo y manejo; una vez tendidas las líneas de cableado se realizan las conexiones de mecanismos.

Finalmente se comprueba el correcto funcionamiento de la instalación y se procede al cierre de todos los puntos de registro y conexionado.

Para una correcta ejecución de la instalación eléctrica todos sus componentes deberán estar homologados por las normativas vigentes, ofreciendo las correspondientes garantías de calidad y seguridad.

2.1.1. CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE SOBRE LOS PARAMENTOS

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (incluyendo cables armados o con aislamiento mineral).



Ilustración 58. Instalación eléctrica vista, ejecutada con conductores aislados directamente sobre paredes y techos. Librería Formatos en A Coruña (Jorge Meijide).

Una instalación de este tipo tendrá en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 m.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar tanto las canalizaciones como los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se pueden efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquella.
- Los puntos de fijación de los cables estarán suficientemente próximos para evitar que esta distancia pueda quedar disminuida.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados.
- Los cables con aislamiento mineral, cuando lleven cubiertas metálicas, no deberán utilizarse en locales que puedan presentar riesgo de corrosión para las cubiertas metálicas, salvo que esta cubierta esté protegida adecuadamente contra la corrosión.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

2.1.2. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES EN SUPERFICIE

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Características de los tubos en canalizaciones fijas en superficie

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D > 1 mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15º
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 5. Características mínimas para tubos en canalizaciones superficiales ordinarias Fijas (tabla 1 de la ITC-BT-21 del REBT 2002).

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 50.086-2-1, para tubos rígidos y UNE-EN 50.086-2-2, para tubos curvables.

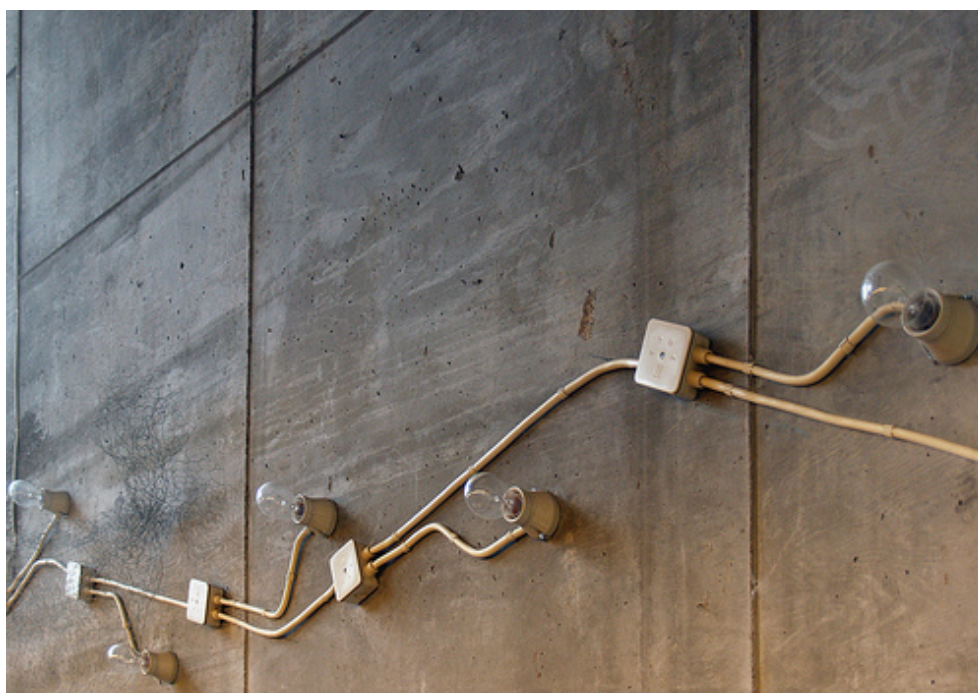


Ilustración 59. Instalación eléctrica vista, ejecutada con conductores en tubos protectores dispuestos en superficie. Floristería en el Cementerio de Malmö (Sigurd Lewerentz).

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	--
185	50	63	75	--	--
240	50	75	--	--	--

Tabla 6. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir (tabla 2 de la ITC-BT-21 del REBT 2002).

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será, como mínimo igual a 2,5 veces la sección ocupada por los conductores.



Ilustración 60. Ejemplos de instalación en superficie con tubos protectores (fabricante de material eléctrico Fontini).

Instalación y colocación de los tubos en superficie

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN 50.086 -2-2.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinadas únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.



Ilustración 61. Cajas de registro para instalación en superficie con tubos protectores (fabricante de material eléctrico Fontini).

- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro

o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

- Durante la instalación de los conductores para que su aislamiento no pueda ser dañado por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien los bordes estarán convenientemente redondeados.

- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.

- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 m.

- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

- A fin de evitar los efectos del calor emitido por fuentes externas (distribuciones de agua caliente, aparatos y luminarias, procesos de fabricación, absorción del calor del medio circundante, etc.) las canalizaciones se protegerán utilizando los siguientes métodos eficaces:

- . Pantallas de protección calorífuga.

- . Alejamiento suficiente de las fuentes de calor.

- . Elección de la canalización adecuada que soporte los efectos nocivos que se puedan producir.

- . Modificación del material aislante a emplear.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 m. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 cm aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 cm.

2.1.3. CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable.

En las canales protectoras de grado IP4X o superior y clasificadas como "canales con tapa de acceso que solo puede abrirse con herramientas" según la norma UNE-EN 50.085 -1, se podrá:

- a) Utilizar conductor aislado, de tensión asignada 450/750 V.
- b) Colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corrientes, dispositivos de mando y control, etc., en su interior, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- c) Realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

En las canales protectoras de grado de protección inferior a IP 4X o clasificadas como "canales con tapa de acceso que puede abrirse sin herramientas", según la Norma UNE EN 50085-1, solo podrá utilizarse conductor aislado bajo cubierta estanca, de tensión asignada mínima 300/500 V.



Ilustración 62. Instalación eléctrica en superficie ejecutada con canales protectoras.

Características de las canales

Las canales serán conformes a lo dispuesto en las normas de la serie UNE-EN 50.085 y se clasificarán según lo establecido en la misma.

Las características de protección deben mantenerse en todo el sistema. Para garantizar éstas, la instalación debe realizarse siguiendo las instrucciones del fabricante.

Característica	Grado	
	≤ 16 mm	> 16 mm
Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	+15°C	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60°C	+60°C
Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	no inferior a 2
Resistencia a la penetración de agua	No declarada	
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	

Tabla 7. Características mínimas para canalizaciones superficiales ordinarias (tabla 11 de la ITC-BT-21 del REBT 2002).

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 50.085.

El número máximo de conductores que pueden ser alojados en el interior de una canal será el compatible con un tendido fácilmente realizable y considerando la incorporación de accesorios en la misma canal.



Ilustración 63. Muestras comerciales de canales protectoras para instalación en superficie.

Salvo otras prescripciones en instrucciones particulares, las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

Instalación y colocación de las canales

- La instalación y puesta en obra de las canales protectoras deberá cumplir lo indicado en la norma UNE 20.460 -5-52.
- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.
- Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.
- No se podrán utilizar las canales como conductores de protección o de neutro, salvo lo dispuesto en la Instrucción ITC-BT-18 para canalizaciones prefabricadas.
- La tapa de las canales quedará siempre accesible.

2.2. INSTALACIONES EMPOTRADAS

Opuesto al método de instalación vista está el de la ejecución oculta, que consiste básicamente en introducir en el interior de los paramentos los elementos que la componen, con excepción únicamente de los mecanismos a través de los cuales el usuario la controla, disfruta y mantiene.

Este tipo de instalación se ejecuta de manera que quede oculta en el interior del paramento, con lo que únicamente se manifiestan sobre el mismo los mecanismos de consumo y mando una vez terminada la ejecución de la obra, y en menor medida las tapas que cubren las cagas de registro y conexionado.



Ilustración 64. Destrucción parcial del paramento de fábrica para el empotramiento de las canalizaciones mediante tubo flexible y cajas para mecanismos.



Ilustración 65. Tapado de rozas y fijación de cajas en su posición final. Ilustración 66. Interruptor empotrado, canalizaciones ocultas en el interior del paramento.

Las instalaciones ocultas o empotradas se ejecutan una vez levantado el paramento sobre el que se dispondrán. El empotramiento de la instalación se ejecuta de manera invasiva, mediante la destrucción parcial de dicho paramento a través de la realización de rozas, bien sean lineales para el tendido de las canalizaciones protectoras, o bien puntuales (de mayor o menor magnitud) para la colocación de las cajas empotradas que alojarán los mecanismos.

Ejecución

Muchas veces a la apertura de rozas se le da menos importancia de la que merece y se considera como una actividad residual sin el control necesario, sin embargo la ejecución de rozas es importante no sólo por la repercusión en la calidad de la instalación final sino también por la integridad del paño acabado, por tanto merece la pena realizar unas pequeñas consideraciones sobre el trazado, ejecución y control en la ejecución de rozas o regatas en los muros o tabiques.

En primer lugar el Proyecto de Ejecución de edificación debería definir, o al menos considerar, los siguientes aspectos:

- . El trazado de las tuberías y conductos.
- . Adoptar los espesores de tabiquería adecuados a las instalaciones que va a contener.
- . Especificar y resolver las interferencias entre la instalación y la estructura, obra secundaria y entre las distintas instalaciones.
- . En paramentos de separación entre distintos usuarios, concretar el número y trazado de las rozas o rebajes previstos en el estudio acústico.

El replanteo de las rozas o regatas debe ser realizado por alguien con conocimiento suficiente del proyecto de ejecución y de la instalación, de forma que sea capaz de resolver las interferencias entre las distintas instalaciones de acuerdo con las consideraciones anteriores; por lo tanto nunca deberá cada instalador (por su cuenta) marcar su instalación; en este aspecto la Dirección Facultativa juega un gran papel mediante un control riguroso de la operación de apertura de rozas.

El trazado de las rozas además de resolver la instalación, debe ser respetuoso con la integridad del paramento, tabique o muro, de forma que la ejecución de las rozas no comprometa la estabilidad y la integridad del paño, para ello conviene tener en cuenta:

En muros o tabiques no portantes:

- . No hacer rozas o rebajes de profundidad superior a medio grueso del tabique.
- . Evitar en todo caso las rozas o rebajes horizontales, si es imprescindible se harán en la parte superior del tabique.
- . Evitar rozas inclinadas.
- . Se evitarán rozas o rebajes a menos de 20 cm de rincones, esquinas, marcos de puerta o ventanas.

En muros portantes:

Además de lo indicado anteriormente, en muros de carga se tendrán muy en cuenta las limitaciones establecidas en tabla 4.8. del Código Técnico de la Edificación DB SE-F (Seguridad Estructural, Fábricas), de forma que sólo cumpliendo las siguientes limitaciones se podrá considerar la sección de cálculo de proyecto y en caso de superarse se debería comprobar la seguridad real del muro.

Tabla 4.8 Dimensiones de rozas y rebajes (mm) que no reducen el grueso de cálculo

Espesor del muro (mm)	Ancho de rozas verticales ⁽¹⁾	Profundidad de rozas horizontales o inclinadas	
		longitud >1250 mm	longitud < 1250 mm
115	100	0	0
116-175	125	0	15
176-225	150	10	20
226-300	175	15	25
Más de 300	200	20	30

⁽¹⁾ La profundidad de una roza o rebaje, incluye la de cualquier perforación que se alcance, es de 30 mm.

Comentarios a la tabla:

- La profundidad máxima de una roza vertical no debe ser superior a 30 mm
- La limitación de la profundidad de rozas horizontales se refiere a las dispuestas dentro del octavo de la altura libre del muro, por encima y por debajo del forjado.
- Las rozas verticales que no se prolonguen sobre el nivel del piso más que un tercio de la altura de planta pueden tener una profundidad de hasta 80 mm y de un ancho de hasta 120 mm, si el espesor del muro es de 225 mm o más.
- La separación horizontal entre rozas adyacentes o entre una roza y un rebaje o un hueco no será menor que 225 mm.
- La separación horizontal entre dos rebajes adyacentes, cuando están en la misma cara o en caras opuestas del muro, o entre un rebaje y un hueco, no será menor que dos veces el ancho del rebaje mayor.
- La suma de los anchos de las rozas y rebajes verticales no será mayor que 0,13 veces la longitud del muro.
- La separación horizontal entre el extremo de una roza y un hueco no será menor de 500 mm.
- La separación horizontal entre rozas adyacentes de longitud limitada, ya estén en la misma cara o en caras opuestas del muro, no será menor que dos veces la longitud de la roza más larga.
- Si las rozas horizontales o inclinadas se realizan con precisión usando una máquina adecuada:
- Puede aumentarse la profundidad admisible en 10 mm, en muros de espesor mayor de 115 mm.
- Se pueden realizar rozas, de no más de 10 mm. de profundidad, en ambas caras, si el muro es de un espesor no menor de 225 mm.
- El ancho de la roza horizontal no superará la mitad del espesor residual del muro
- En piezas huecas, podría producir una pérdida de sección resistente y/o de aumento de la excentricidad con la que se aplican las cargas muy superior a la previsible en el caso de piezas macizas (a cuando se trabaja bajo el concepto de "sección bruta").

Tabla 8. Dimensiones de rozas óptimas (tabla 4.8 del Código Técnico de la Edificación DB SE-F).

Al mismo tiempo se debe tener cuidado para evitar dañar anclajes y armaduras en dinteles u otros elementos estructurales incluidos en el muro. Cuando se prevea que un muro de fábrica armada tiene que rozarse,

podrá ser aconsejable (teniéndolo en cuenta en el cálculo), emplear armaduras de tendel prefabricadas del ancho inmediatamente inferior al máximo aconsejable, en función del ancho del muro.

En la ejecución de las rozas, se deberá tener en cuenta que:

- . A ser posible se deben realizar por medios mecánicos, pues el uso de rozadoras mecánicas afecta menos a la estabilidad del paramento.
- . Una vez colocados los conductos o tuberías se taparan las rozas en toda su longitud, no se debe tapar el rebaje al revestir el paramento de yeso; el tapado de las rozas con mortero de cemento aporta mayor rigidez al tabique.
- . En las zonas de rozas anchas o concentración de rozas, es conveniente reforzar el revestimiento de yeso mediante malla de fibra de vidrio.
- . El control de la apertura de rozas es fundamental, tanto a nivel de estudio como de obra, pues de esa manera se facilitan los trabajos de las distintas instalaciones y se evitan paramentos excesivamente frágiles, fácilmente fisurables en condiciones normales.

Realizadas todas las consideraciones anteriores, los pasos básicos a seguir para la ejecución de la instalación empotrada sería la descrita a continuación.

En primer lugar se debe hacer un replanteo previo del tendido completo de la instalación sobre la pared recién levantada y previa a la ejecución de los acabados de la misma. Este trazado marcado es el que se sigue para abrir las rozas que permitirán empotrar las canalizaciones protectoras de los conductores en el interior del paramento, que deben ir ajustándose tanto en medidas como en geometría al trazado definido, interponiendo los puntos de registro y mecanismos necesarios.

En segundo lugar y con la distribución de la instalación dispuesta provisionalmente en el interior de los paramentos, se procede al tapado de las rozas ejecutadas y fijación de cajas. Normalmente las fábricas incluyen mortero de juntas y enfoscados de mortero posteriores, por este motivo las canalizaciones empotradas se fijan también con el uso de morteros. Con la instalación tomada se procede al acabado del paramento según las necesidades de cada espacio: enfoscado, pasteado, pintado, alicatado, revestido,... etc.

Una vez dispuesta la distribución de la instalación de manera definitiva, y con el paramento terminado y acabado (o semiacabado), se procede al tendido del cableado por el interior de las canalizaciones hasta cada punto de consumo y manejo; con las líneas de cableado ya tendidas se realizan las conexiones de mecanismos. Existen conductos ya cableados, si bien su puesta en obra no varía.

Finalmente se comprueba el correcto funcionamiento de la instalación y se procede al cierre de todos los puntos de registro y conexionado.

Para una correcta ejecución de la instalación eléctrica todos sus componentes deberán estar homologados por las normativas vigentes, ofreciendo las correspondientes garantías de calidad y seguridad.

2.2.1. SISTEMA TRADICIONAL DE APERTURA DE ROZAS

La necesidad de romper la fábrica una vez levantada para acoger instalaciones, viene inducida por la imposibilidad del elemento constructivo que no puede integrar la instalación. Se trata de un modo de ejecución que encarece y ralentiza considerablemente el proceso constructivo.

Recientemente Rafael García Quesada ha estimado mediante encuesta a distintas empresas constructoras (C1 a C12), el coste medio que supone la apertura de rozas en una obra. Además del coste propio de la ejecución de rozas, hay una repercusión del coste total de ejecución de instalaciones atribuible al replanteo de las mismas.

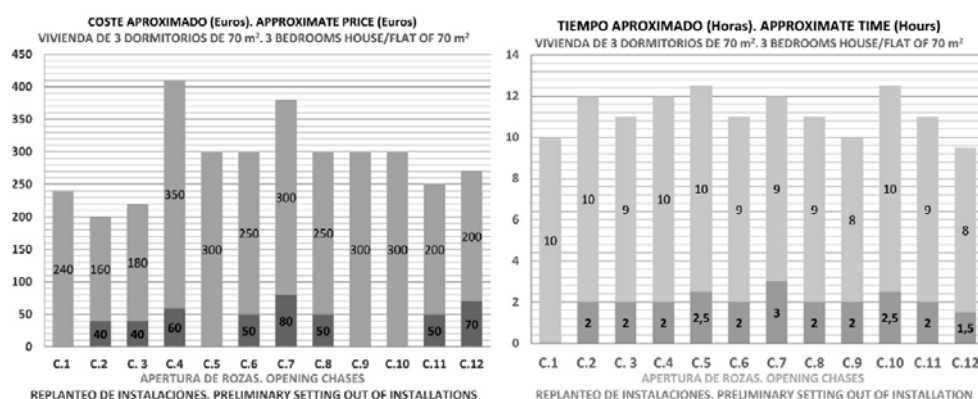


Ilustración 67. Datos estadísticos de precio y tiempo aproximados de ejecución de rozas en viviendas de tres dormitorios de 70 m². Algunas empresas constructoras no han facilitado el desglose por replanteo, incluyéndolo en el total dado por ejecución.

No hay que dejar de tener en cuenta que el proceso de apertura de rozas conlleva una cierta peligrosidad, inherente a toda actividad asociada al uso de maquinaria o herramientas manuales (rozadora, cortadora radial, maza, etc.).

Resulta evidente que la ejecución de rozas es una acción destructiva que debería verse como irracional, aunque actualmente resulta necesaria en la gran mayoría de casos. Como es lógico, tratándose de una destrucción, se generan residuos, que en el caso de las rozas son residuos de elementos que acaban de ser colocados. Según esto queda claro que además de aumentar la producción de residuos, se produce una evidente pérdida de "energía incorporada" (suma de los consumos energéticos: combustibles / energía, materiales, recursos humanos, etc. que se utilizan para la producción de cualquier producto).

Finalmente la existencia de rozas supone una evidente modificación de las prestaciones de la fábrica. Por una parte se produce una clara alteración en las capacidades aislantes (acústica y térmicamente). Y por otra parte la apertura de rozas, especialmente las horizontales, afectan a la capacidad portante de la fábrica. Por este motivo, en el propio CTE-DB-SE-F se establecen unas dimensiones máximas para que no afecten a la sección de cálculo de la fábrica, por encima de las cuales será necesario tener en cuenta una reducción de la resistencia de la fábrica proporcional al tamaño de las rozas, o incluso la necesidad de un nuevo cálculo según la sección final residual. En ambos, la pérdida de capacidad portante por rozas es una realidad y supone una indefinición dentro del proyecto.

2.2.2. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE HUECOS DE LA CONSTRUCCIÓN

Estas canalizaciones están constituidas por cables colocados en el interior de huecos de la construcción según UNE 20.460-5-52. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

En el caso de la fábrica de bloque se puede entender como huecos interiores de la construcción, aquellos generados por la alineación continua en los huecos de los bloques, al igual que en el caso de los huecos continuos formados por las bovedillas en un forjado de hormigón, por lo que el tendido de líneas deberá atenerse a lo aquí dispuesto.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire. En el caso de conductos continuos, éstos no podrán destinarse simultáneamente a otro fin (ventilación, etc.).

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 mm.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Normalmente, como los cables solamente podrán fijarse en puntos bastante alejados entre sí, puede considerarse que el esfuerzo resultante de un recorrido vertical libre no superior a 3 m quede dentro de los límites admisibles. Se tendrá en cuenta al disponer de puntos de fijación que no debe quedar comprometida ésta, cuando se suelten los bornes de conexión especialmente en recorridos verticales y se trate de bornes que están en su parte superior.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

Cuando no se tomen las medidas para evitar los riesgos anteriores, las canalizaciones cumplirán las prescripciones establecidas para las instalaciones en locales húmedos e incluso mojados que pudieran afectarles.

2.2.3. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES EMPOTRADOS

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Características de los tubos en canalizaciones empotradas

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles y sus características mínimas se describen en la Tabla 9 para tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra y en la Tabla 10 para tubos empotrados embebidos en hormigón.

Las canalizaciones ordinarias precableadas destinadas a ser empotradas en ranuras realizadas en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos) serán flexibles o curvables y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas en la Tabla 10.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 9. Características mínimas para tubos en canalizaciones empotradas ordinarias en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción y canales protectoras de obra (tabla 3 de la ITC-BT-21 del REBT 2002).

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	3	Media
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+90°C ⁽¹⁾
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

⁽¹⁾ Para canalizaciones precableadas ordinarias empotradas en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos) se acepta una temperatura máxima de instalación y servicio código 1; +60°C.

Tabla 10. Características mínimas para tubos en canalizaciones empotradas ordinarias embebidas en hormigón y para canalizaciones pre-cableadas (tabla 4 de la ITC-BT-21 del REBT 2002).

El cumplimiento de las características indicadas en las tablas anteriores se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 50.086 -2-1, para tubos rígidos, UNE-EN 50.086 -2-2, para tubos curvables y UNE-EN 50.086 -2-3, para tubos flexibles. Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la Tabla 11 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	--
150	50	63	75	--	--
185	50	75	--	--	--
240	63	75	--	--	--

Tabla 11. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir (tabla 5 de la ITC-BT-21 del REBT 2002).

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 3 veces la sección ocupada por los conductores.

Como se desprende de la comparativa entre las Tabla 6 y Tabla 11, para secciones de conductores muy elevadas no resulta posible ejecutarlas de manera empotrada, motivo por el cual en determinadas acometidas e instalaciones especiales será necesario realizarlas en superficie, aun cuando los huecos interiores de una fábrica de bloque fuesen capaces de alojarlos.

Instalación y colocación de los tubos empotrados

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo las consideraciones generales sobre la ejecución de rozas descritas en el apartado 2.2. Instalaciones empotradas.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN 50.086 -2-2.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos

rectos no estarán separados entre sí más de 15 m. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.

- Los registros podrán estar destinadas únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

- Durante la instalación de los conductores para que su aislamiento no pueda ser dañado por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien los bordes estarán convenientemente redondeados.

- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.

- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 m.

- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

- Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en la ITC-BT-20.

- A fin de evitar los efectos del calor emitido por fuentes externas (distribuciones de agua caliente, aparatos y luminarias, procesos de fabricación, absorción del calor del medio circundante, etc.) las canalizaciones se protegerán utilizando los siguientes métodos eficaces:

- . Pantallas de protección calorífuga.

- . Alejamiento suficiente de las fuentes de calor.

. Elección de la canalización adecuada que soporte los efectos nocivos que se puedan producir.

. Modificación del material aislante a emplear.

En la Tabla 12 (tabla 10 de la ITC-BT-21 del REBT 2002), se fijan una serie de condiciones para la ejecución de la instalación empotrada. Dentro de esta tabla se observa que para la fábrica de bloque hueco de hormigón no se permite la ejecución de rozas después del levantamiento de la fábrica, aunque sí se permiten tanto la preparación de las rozas como la colocación de tubos protectores durante el levantamiento de la misma, si bien se deja constancia de la dificultad de preparar rozas durante la ejecución de la fábrica.

En este sentido, el desarrollo de un sistema que permita la integración de las instalaciones en la fábrica de bloque como el estudiado en el presente trabajo, tratará de resolver las premisas anteriores.

ELEMENTO CONSTRUCTIVO	Colocación del tubo antes de terminar la construcción y revestimiento (*)	Preparación de la roza o alojamiento durante la construcción	Ejecución de la roza después de la construcción y revestimiento	OBSERVACIONES
Muros de: ladrillo macizo	SI	X	SI	Únicamente en rozas verticales y en las horizontales situadas a una distancia del borde superior del muro inferior a 50 cm. La roza en profundidad, sólo interesará a un tabiquillo de hueco por ladrillo. No se colocarán los tubos en diagonal.
ladrillo hueco, siendo el nº de huecos en sentido transversal:				
- uno	SI	X	SI	
- dos o tres	SI	X	SI	
- mas de tres	SI	X	SI	
bloques macizos de hormigón	SI	X	X	
bloques huecos de hormigón	SI	X	NO	
hormigón en masa	SI	SI	X	
hormigón armado	SI	SI	X	
Forjados:				
placas de hormigón	SI	SI	NO	(**) Es admisible practicar un orificio en la cara inferior del forjado para introducir los tubos en un hueco longitudinal del mismo
forjados con nervios	SI	SI	NO	
forjados con nervios y elementos de relleno	SI	SI	NO (**)	
forjados con viguetas y bovedillas	SI	SI	NO (**)	
forjados con viguetas y tableros y revoltón	SI	SI	NO (**)	
de rasilla	SI	SI	NO	

X: Difícilmente aplicable en la práctica

(*): Tubos blindados únicamente

Tabla 12. Condiciones para la ejecución de la instalación empotrada (tabla 10 de la ITC-BT-21 del REBT 2002).

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, las recomendaciones de la Tabla 12 y las siguientes prescripciones:

- Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 cm.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 cm de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.



I. ANTECEDENTES . ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO

C. SOBRE LA INTEGRACIÓN DE LAS INSTALACIONES EN LAS FÁBRICAS

I. Antecedentes . Estado actual del conocimiento
C. Sobre la integración de las instalaciones en las fábricas

1. LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN LA FÁBRICA DE BLOQUE VISTA

En los paramentos ejecutados con fábrica de bloque de hormigón pueden ejecutarse los sistemas de instalación descritos anteriormente:

- Instalaciones de superficie:
 - . Cables aislados fijados directamente sobre los paramentos.
 - . Cables aislados bajo tubo flexible o rígido.
 - . Cables aislados bajo canal protectora cerrada.
- Instalaciones empotradas:
 - . Cables aislados en el interior de huecos de la construcción.
 - . Cables aislados bajo tubo flexible.

Sin embargo el objeto del presente trabajo es el desarrollo de un sistema de integración de la instalación dentro de la propia fábrica, más allá de la mera superposición sobre el paramento (sistemas de instalación en superficie) y de la intrusión mediante la agresión al paramento una vez ejecutado (sistema de instalación empotrada a través de rozas).

Para esto se limitará el campo de trabajo a las piezas de bloque hueco por ser estas con diferencia las de uso más extendido, y la que se considera idónea para el desarrollo del sistema de integración buscado.

El bloque de hormigón hueco ofrece la posibilidad de realizar particiones e incluso muros portantes con función estructural que incluyan en su interior el trazado de la instalación eléctrica del edificio, sin necesidad de atacar a esta fábrica mediante la realización de rozas. Esta cualidad se ve reforzada en aquellos casos en los que se desea dejar la fábrica vista, pues la ejecución de rozas no deja de ser una destrucción parcial de la fábrica con el consiguiente efecto visual que genera y seguramente sea indeseado.

De este modo se busca la integración de la instalación eléctrica en el interior de los paramentos proyectados con fábrica de bloque de hormigón, entendiendo como integración la combinación de elementos para formar parte de un todo. En este caso se busca la consideración del tendido de la instalación eléctrica de modo que quede unificada con el desarrollo de la fábrica.

En la actualidad el método habitual empleado para incluir la instalación eléctrica dentro de la fábrica de bloque de hormigón es el de practicar una serie de perforaciones en aquellos puntos por los que se introducen las canalizaciones protectoras (principalmente tubo flexible) y en los puntos

donde se colocarán las cajas para los mecanismos de consumo y mando (ver apartado 2.2. Colocación de mecanismos / apertura de huecos). La localización habitual de estas perforaciones es:

- En la base del paramento, por donde entran las canalizaciones que quedarán ocultas por los tradicionales recrecidos de mortero.
- En la parte baja del paramento, a aproximadamente 25-30 cm del suelo terminado, donde suelen situarse las tomas de corriente y las cajas de derivaciones.
- En la parte intermedia del paramento, a aproximadamente 100-120 cm del suelo terminado, donde suelen situarse los mecanismos de mando, tales como interruptores, conmutadores, pulsadores,...etc.
- En la parte alta del paramento, donde suelen ubicarse puntualmente puntos de luz.
- En la coronación del muro o en el encuentro con el forjado superior, por donde entran las canalizaciones que quedarán ocultas por los falsos techos, o son introducidas por un hueco longitudinal del forjado (a través de las bovedillas).

Con esta metodología se observa que no se tiene en consideración la existencia o no de una instalación eléctrica en el paramento durante su proceso de ejecución, es decir, mientras se ejecuta la fábrica poco importa si nada más terminar la pared habrá que atacarla para introducir las conducciones que albergarán los conductores y mecanismos eléctricos. Se ejecuta pues de la misma manera un paramento que incorporará una instalación eléctrica que uno que no la lleva.

INTRUSIÓN / INTEGRACIÓN

Centrándose en aquellos casos en los que no se desea la interferencia de una serie de canalizaciones eléctricas en la superficie de los paramentos realizados con fábrica de bloque de hormigón, objeto del presente trabajo, se detectan pues dos sistemas de actuación bien diferenciados. Dos respuestas totalmente diferentes frente a la necesidad de dotar al edificio de una instalación eléctrica.

Por una parte está la metodología que podría calificarse de intrusiva, consistente en la apertura de rozas ya descrita. Y por otra parte está la metodología que podría calificarse como integradora, puesto que respeta la fábrica ejecutada en mucha mayor medida, tratando de incluir las canalizaciones eléctricas por los huecos interiores del paramento sin llegar a perturbar su estética exterior.

Siendo esta última más respetuosa con la fábrica y coherente con la teoría de un proceso constructivo, puesto que no se construye un elemento para a continuación destruirlo, aunque sea parcialmente, con el objeto de empotrarle nuevos elementos. Se entiende entonces que el proceso de integración correcto debe ser aquel que consigue introducir la instalación

eléctrica en el interior del paramento de modo que ambos elementos, fábrica e instalación, se combinen para formar parte de un todo.

Esta metodología de integración es la buscada para obtener un buen resultado, si lo que se busca es una construcción marcada por la presencia de la fábrica de bloque de hormigón vista.



Ilustración 68. Integración de las canalizaciones eléctricas en un muro de bloque de hormigón. Introducción de las canalizaciones en el interior de la fábrica mediante perforaciones puntuales e introducción del tubo protector



Ilustración 69. Intrusión en un muro de bloque de hormigón mediante rozas, no permitido según el REBT 2002 (tabla 10 de la ITC-BT-21).

2. EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN DURANTE EL LEVANTAMIENTO DE LA FÁBRICA DE BLOQUE

Una vez estudiadas las instalaciones y la fábrica de bloque de manera independiente, se analiza el modo actual de inclusión de las instalaciones en este tipo de fábricas, con el objeto de mejorarlo y obtener el sistema de integración óptimo en las fábricas que deben permanecer vistas.

2.1. TENDIDO DE LA INSTALACIÓN

2.1.1. ARRANQUE DE LA FÁBRICA

Según el paramento de fábrica tenga o no función portante, como muro de carga, su arranque será desde un elemento estructural, como continuación de otro muro o desde una zapata corrida si arranca desde cimentación. Si por el contrario la fábrica funciona meramente como elemento de partición, el arranque puede producirse sobre diferentes bases, como una solera o un forjado.

En lo concerniente a la integración de la instalación eléctrica, no afectará la función, estructural o no, de la fábrica, por lo que se considerará el arranque de este desde un apoyo genérico.

En estos puntos la instalación eléctrica entrará o saldrá de la fábrica a través una apertura efectuada en la pared exterior del bloque, y una vez dentro el tendido ascenderá por la fábrica por su interior gracias a la alineación de los huecos del bloque. Estas aperturas realizadas en la base de la fábrica quedarán ocultas por el tradicional recrecido, de modo que no afectarán a la estética de la fábrica vista.

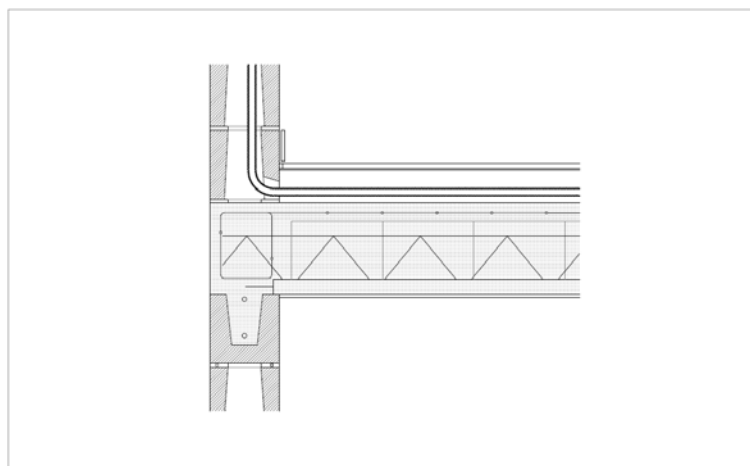


Ilustración 70. Esquema de entrada/salida de la instalación en el arranque del paramento.

En la primera planta del edificio (nivel de sótano o bajo) puede darse esta situación con la peculiaridad, cada vez más frecuente, de proyectarse una solera también vista, con lo que habrá que tenerse en cuenta estos accesos de la instalación eléctrica antes del hormigonado de la misma. Al mismo tiempo el trazado de la instalación deberá coincidir con juntas de la solera con el fin de evitar fisuras indeseadas.

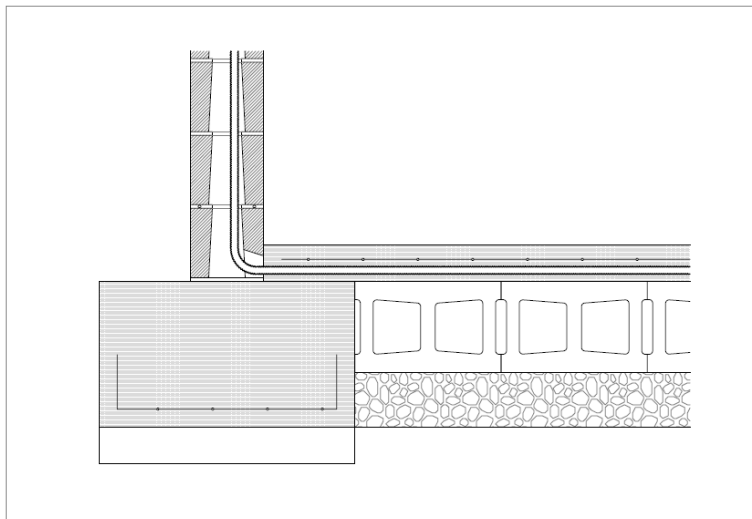


Ilustración 71. Esquema de entrada/salida de la instalación por una solera vista.

2.1.2. DESARROLLO DE LA FÁBRICA

El desarrollo del paramento de fábrica será la parte comprendida entre el arranque y la coronación, y por él discurrirá el tendido de las líneas eléctricas y se colocarán los mecanismos.

Actualmente el tendido de las canalizaciones por el interior de la fábrica de bloque únicamente es posible realizarlo en sentido vertical, gracias a la alineación en los huecos de los bloques. Para poder tender canalizaciones en sentido horizontal habría que recortar in situ las paredes interiores del bloque.

El tendido de estas líneas verticales puede realizarse en dos momentos bien diferenciados:

- Durante la ejecución de la fábrica, factible si se conoce el diseño de la instalación eléctrica a priori.
- Tras el levantamiento de la fábrica, aunque actualmente no está permitido en España por el REBT 2002 (al restringir la apertura de rozas horizontales).

Al carecer de tendidos horizontales habrá que introducir las canalizaciones eléctricas en el arranque o coronación, en un punto coincidente verticalmente con la ubicación proyectada para el mecanismo o punto de consumo, aspecto que motiva la necesidad de conocer el diseño final de la instalación durante el levantamiento del paramento. De esta manera

se deduce que la integración de la instalación eléctrica en la fábrica de bloque de hormigón visto resulte en cierto modo complicada o engorrosa, ya que lo más aconsejable sería que coincidiesen durante la ejecución los oficios de albañilería y electricidad.

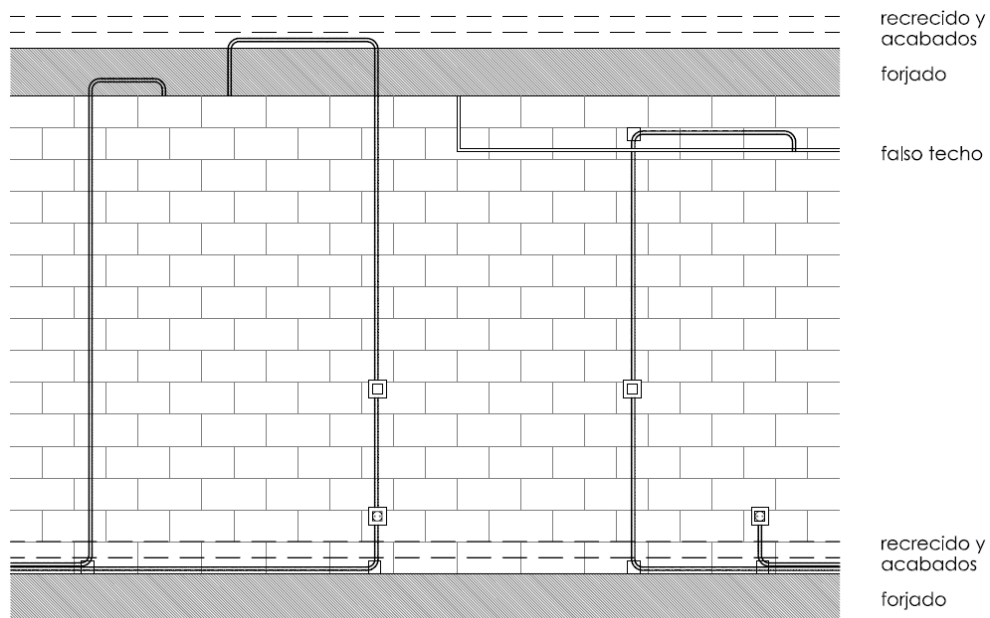


Ilustración 72. Tendido de las canalizaciones eléctricas.

A los efectos del estudio de la integración de la instalación eléctrica en la fábrica, se considera un paramento como una unidad siempre y cuando exista continuidad en sus huecos interiores, a pesar que de tenga elementos exteriores tales como forjados apoyados mediante perfiles metálicos, subestructuras de fachadas o trasdosados, ménsulas,... etc. Por este motivo todos estos casos se considerarán como partes anexas al desarrollo intermedio del paramento de fábrica.

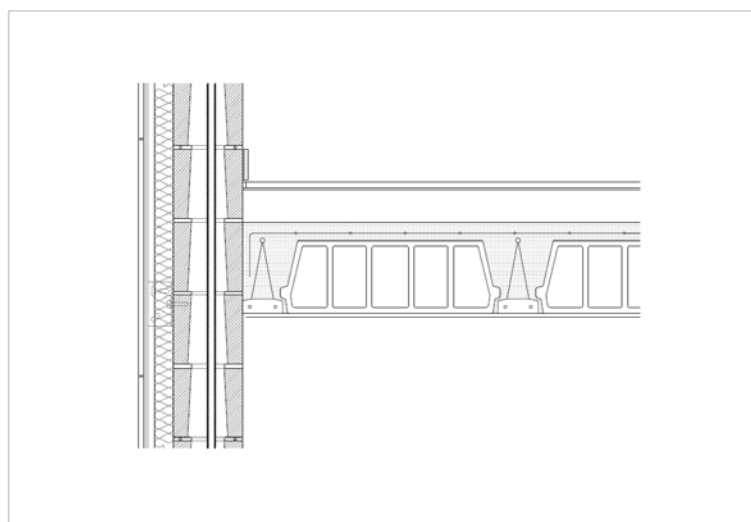


Ilustración 73. Continuidad de la fábrica y de la instalación eléctrica con elementos anejos.

2.1.3. CORONACIÓN DE LA FÁBRICA / ENCUESTRO CON FORJADOS

La coronación de la fábrica y los encuentros con forjados se consideran interrupciones en la continuidad de los huecos interiores de los bloques que componen la fábrica, y por ello son puntos singulares en cuanto a la integración de la instalación eléctrica dado que el tendido de la misma se desarrolla por el interior de estos huecos.

En estos puntos de remate superior de la fábrica, o de interrupción en la continuidad de sus huecos, será necesario hacer salir la instalación del interior de la misma o bien atravesar dicha interrupción durante la ejecución. Cuando el tendido de la instalación llega a estos puntos generalmente es debido a la necesidad de hacer llegar alguna línea de alumbrado hasta un punto situado en el paramento o en el techo marcado en proyecto.

Si esta salida va a quedar oculta, por ejemplo por un falso techo, el paso de la canalización puede ejecutarse bien durante el levantamiento de la fábrica, o bien con la estructura ya finalizada y a través de la apertura del hueco mediante el picado de la pared exterior del bloque.

Si por el contrario no existe falso techo, la canalización podrá llevarse hasta el punto deseado por el interior del forjado, a través de los huecos continuos generados por la alineación de bovedillas. Sin embargo en este caso será necesario haber dejado prevista la canalización antes del hormigonado del apoyo del forjado sobre el muro.

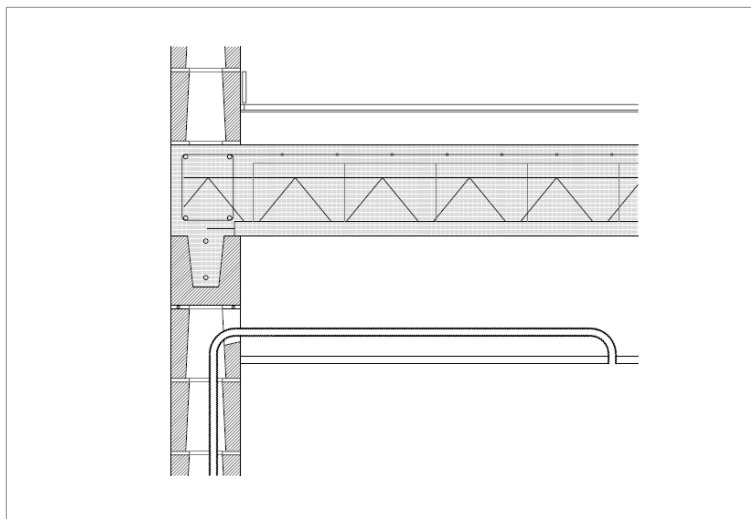


Ilustración 74. Salida de la instalación en coronación. Con existencia de falso techo.

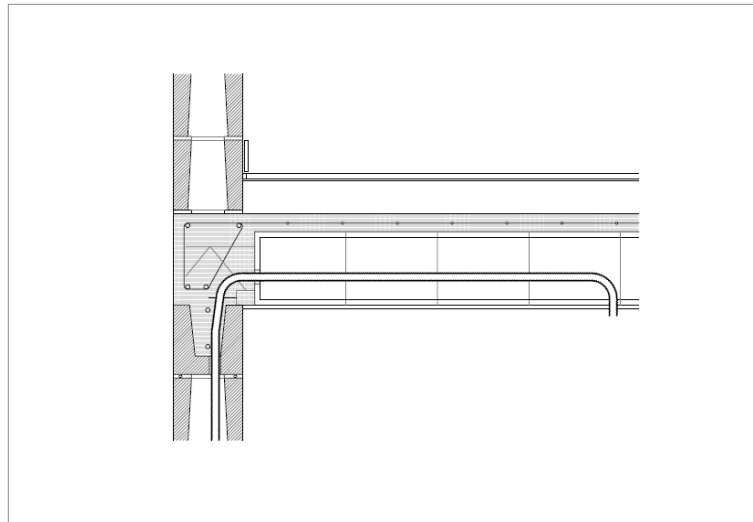


Ilustración 75. Salida de la instalación en coronación. Continuidad por huecos del forjado (bovedillas).

Otra opción posible ante la necesidad de situar un punto de iluminación en un techo puede ser el dar continuidad a la instalación a través del forjado (ver fig. II.1.3.d.) para hacerla salir por el arranque del siguiente paramento (ver fig. II.1.1.a.) y conducirla hasta el punto deseado por el recrecido del nivel superior, donde atravesará de nuevo el forjado. Si bien es cierto que esta solución no estará siempre permitida por la normativa vigente según el uso que vaya a tener el edificio.

A pesar de que en estos puntos la continuidad de la fábrica se rompe, es posible dar continuidad al tendido de la instalación eléctrica, mediante la previsión las conducciones protectoras antes del hormigonado del forjado.

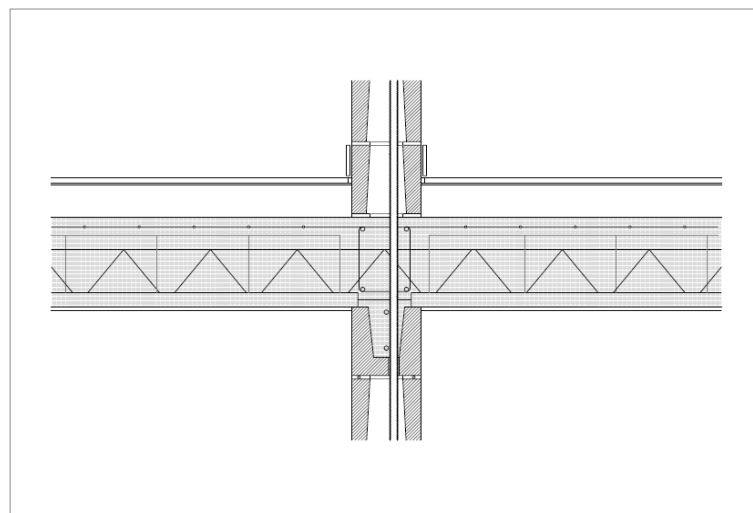


Ilustración 76. Continuidad de la instalación eléctrica a través de un forjado.

Aunque no se traten de coronaciones o encuentros con forjados, aquellos puntos en los que se produce una interrupción en la continuidad de los huecos de la fábrica de bloque de hormigón, tales como zunchos

integrados en el desarrollo de la fábrica, se les podrá hacer frente con las mismas soluciones que las ya expuestas.

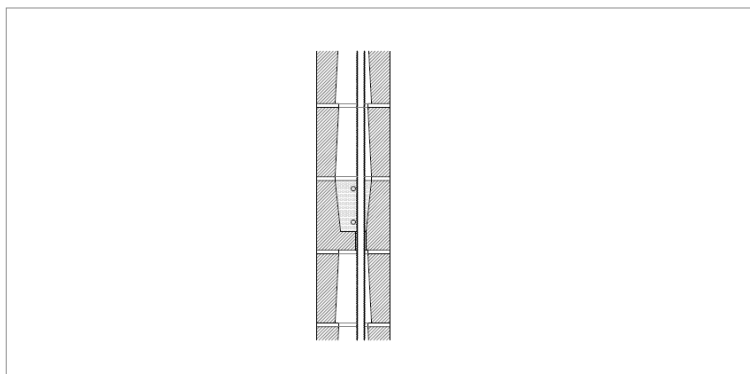


Ilustración 77. Interrupción en los huecos de la fábrica y continuidad de la instalación eléctrica. Zuncho integrado en la fábrica.

2.2. COLOCACIÓN DE MECANISMOS / APERTURA DE HUECOS

La colocación de las cajas empotradas y los mecanismos eléctricos es el punto de la ejecución de la instalación eléctrica más delicado en el caso de fábricas vistas, puesto que son los únicos elementos de la instalación que se manifiestan al exterior, y por tanto son los puntos en los que la superficie de la fábrica debe ser perturbada.

En el caso de la disposición de los mecanismos eléctricos de mando y consumo, la práctica a emplear para la colocación de las cajas empotradas puede afrontarse de dos maneras:

- Realizar la apertura del hueco que permita empotrar la/s caja/s en la pared exterior del bloque, una vez terminado el levantamiento de la fábrica.
- Realizar los cortes necesarios a la pared exterior del bloque mediante una herramienta eléctrica de corte radial para abrir el hueco que permita empotrar la/s caja/s, durante el levantamiento de la fábrica.

El primer método fue el primero en ser empleado. Con este método no es necesario tener diseñado el tendido definitivo de la instalación, pues fábrica e instalación eléctrica se ejecutan de manera independiente. El problema que presenta es la inseguridad frente al buen resultado de la ejecución de la apertura de los huecos, puesto que al realizarse mediante el picado de un bloque ya colocado, el caso de que la pieza rompa de manera inesperada conlleva la necesidad de realizar un parche de mortero en la fábrica, con el consiguiente daño estético.



Ilustración 78. Presentación de las cajas en hueco abierto mediante picado.

Dentro de este método, y ya más actualmente, es posible realizar la apertura del hueco una vez levantada la fábrica de una manera más precisa mediante el uso de brocas de corona, capaces de realizar perforaciones circulares en el bloque de hormigón. Con este sistema será necesario colocar cajas de empotrar redondas, disponibles en el mercado, y utilizar una broca de un diámetro de aproximadamente 10-15mm superior al diámetro de la caja, que por lo general será de 70-80 mm según el fabricante y modelo.



Perforaciones altas para colocación de mecanismos.

Perforaciones en la base para introducción de las canalizaciones, quedando ocultas por el recrecido y acabados.



Ilustración 79. Huecos abiertos mediante taladrado con broca de corona. Caja de empotrar redonda.

Por otra parte el segundo método garantiza la correcta ejecución de los huecos para las cajas empotradas, pues éstos se ejecutan en el bloque antes de ser colocado. Además al realizarse los cortes mediante

herramienta eléctrica el resultado final queda mejor definido, y aún en el caso de que se produjesen roturas indeseadas, habría la posibilidad de coger otra pieza y realizar el corte de nuevo desechando la anterior. Este segundo método, al revés que el anterior, requiere tener clara la ubicación final de los mecanismos ya en el momento del levantamiento de la fábrica.



Ilustración 80. Apertura de hueco mediante corte durante el levantamiento de la fábrica.

3. PATENTES EXISTENTES RELACIONADAS CON EL SISTEMA A DESARROLLAR

El proceso de investigación y desarrollo mostrado en este documento lleva aparejada la correspondiente solicitud de patente de invención, proceso durante el cual se realiza una búsqueda de patentes que pudieran estar relacionadas a nivel mundial. Al mismo tiempo el análisis de estas patentes pondrá de manifiesto la actividad inventiva resultante del proceso de desarrollo del sistema.

En primer lugar conviene recordar que, tal como se expuso en el apartado sobre el Estado actual de las soluciones y productos comerciales, no se ha encontrado en el mercado internacional, ningún sistema o bloque de hormigón diseñado específicamente para facilitar la integración de las instalaciones en las fábricas de bloque de hormigón. Por otra parte es posible que las patentes aquí estudiadas hayan sido materializadas y empleadas en algún caso real, si bien no se ha encontrado constancia de ninguna aplicación relevante a nivel comercial.

En este apartado se estudian tanto patentes con clara referencia a la inserción de instalaciones en la propia fábrica, como patentes que, aunque no se haga en ellas ninguna referencia a la inclusión de instalaciones, podrían tener alguna relación o aplicación indirecta para facilitar la inserción de las instalaciones en las fábricas.

Todas las patentes aquí mostradas, así como otras estudiadas aunque no reflejadas, han sido extraídas vía telemática de la Oficina Europea de Patentes, donde se tiene libre acceso a más de 70 millones de patentes, publicadas desde 1836 hasta la actualidad.

3.1. PATENTES CON CLARA REFERENCIA A LA INSERCIÓN DE INSTALACIONES EN LA FÁBRICA

“Fijación rehundida para conductos, tuberías y cables, y el modo de conseguirlo” (Godfrey Lomer y Joseph Marson; 10.junio.1937)

El objetivo de esta invención es proporcionar un rehundido en la fábrica, capaz de albergar los conductos de las instalaciones, tratando de evitar el proceso destructivo de apertura de rozas. Al mismo tiempo presenta una pieza metálica a modo de clip que funciona como fijación para mantener los conductos fijos en el interior del rehundido.

Este sistema consta así de una única pieza especial caracterizada por la presencia de un rebaje en una de sus caras y un agujero en dicho rebaje para insertar el clip metálico.

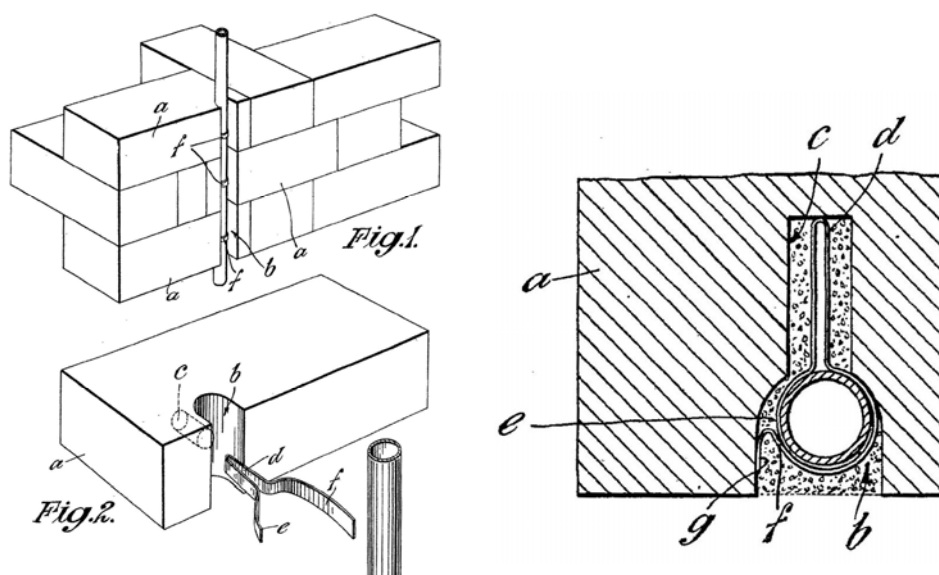


Ilustración 81. Patente de Godfrey Lomer y Joseph Marson.

La patente resulta factible desde el punto de vista de la ejecución de la fábrica, si bien se detectan varios inconvenientes:

- . El trazado de la instalación debe ser conocido durante el levantamiento de la fábrica.
- . Únicamente resuelve el trazado vertical de las conducciones.
- . Las dimensiones del rehundido limitan la capacidad de la instalación a incluir en la fábrica.
- . La fábrica debe ser revestida ya que el trazado de las instalaciones resulta evidente.

Este sistema no está pensado para ofrecer un buen estado estético de la fábrica con las instalación ejecutada en ella, entendiéndose que el resultado final debería ser el de fábricas revestidas.

Por otra parte la patente no hace referencia a posibles trazados horizontales de la instalación ni a al alojamiento de los mecanismos eléctricos (tomas de corriente, interruptores, etc.), de modo que deberían tratarse como actuaciones puntuales al margen del sistema desarrollado.

Finalmente desde el punto de vista de su producción industrial, se encuentra el inconveniente de la ejecución del agujero destinado a fijar el clip metálico, ya que atendiendo al proceso de fabricación, este agujero únicamente podría realizarse mediante taladro una vez fabricada la pieza.

"Un ladrillo con rozas" (Gerardo Isasi Alberdi; 26.octubre.1966)

El ladrillo propuesto es un prisma que presenta acanaladuras longitudinales y transversales en sus caras tabla y canto, así como unas perforaciones interiores que atraviesan la pieza en su longitud desde las testas.

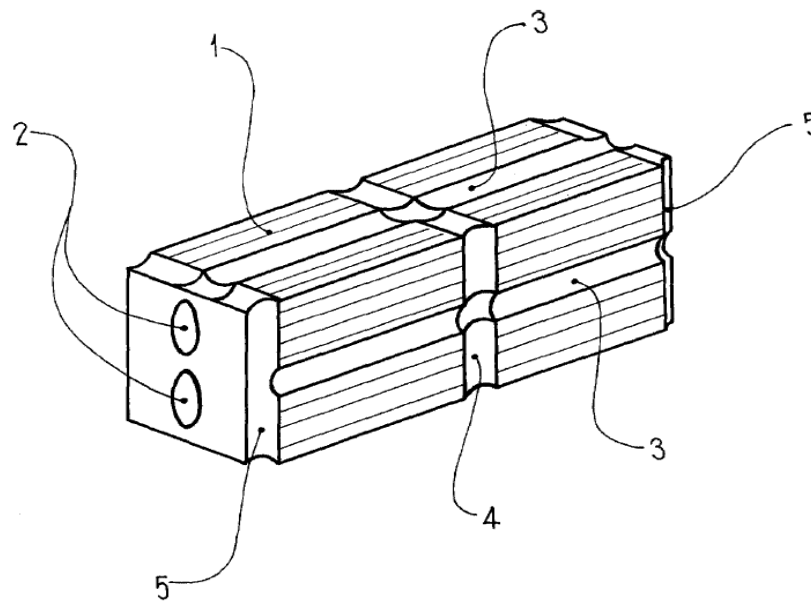


Ilustración 82. Patente de Gerardo Asensi Alberdi.

La pieza trata de resolver la inclusión de las instalaciones en el interior de las piezas y en su superficie, para su posterior guarnecido, por lo que no está diseñada para fábricas vistas.

La fabricación de este ladrillo no resulta factible ya que no puede realizarse mediante el método de extrusión propio de la industria cerámica, ni por el de prensado, de acuerdo a su geometría compleja.

“Pieza cerámica para tabiquería con cara desprendible” (Laria S.P.A.; 02.febrero.1973)

El sistema presentado en esta patente ofrece la posibilidad de incluir canalizaciones verticales para instalaciones dentro de la fábrica ejecutada con la pieza desarrollada. En este caso se trata de piezas cerámicas que presentan una serie de debilitamientos en sus tabiquillos interiores, con el fin de conseguir que una de sus caras sea desprendible y recuperable, y al mismo tiempo eliminar hasta dos de sus cuatro tabiquillos interiores, para generar canales verticales en el interior de la fábrica capaces de albergar diferentes canalizaciones e instalaciones.

Al mismo tiempo se deja constancia de la posibilidad de que las caras vistas de la pieza presenten un acabado esmaltado.

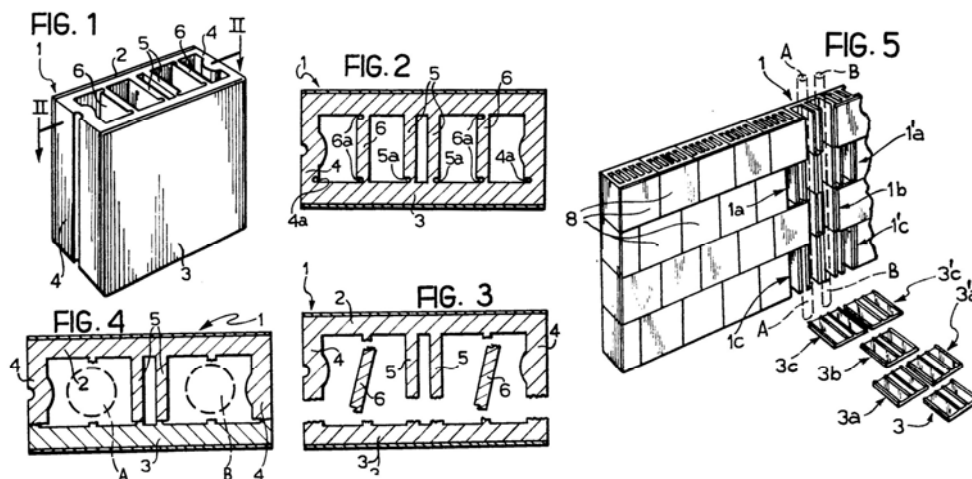


Ilustración 83. Patente de Laria S.P.A. Pieza cerámica con cara desprendible.

La patente resulta factible desde el punto de vista de la ejecución de la fábrica, aunque conviene realizar algunas observaciones:

- . En el caso de aprovechar la posibilidad que ofrece la patente, de que las piezas presenten la cara esmaltada, resulta dudoso que la integridad de dicha cara esmaltada no se vea afectada por la rotura de la pieza, en el momento de desprender la pared exterior para abrir el canal vertical, destinado al paso de instalaciones.

- . Teniendo en cuenta la geometría de la pieza y su aparente rigidez, no resulta claro el método adecuado para desprender la cara extraíble sin que se produzca una rotura incontrolada de la pieza.

- . Este sistema únicamente soluciona el trazado vertical de las instalaciones.

Aparentemente el sistema está pensado para ofrecer un buen estado estético de la fábrica con la instalación ejecutada en ella, más aún cuando se menciona la posibilidad del acabado exterior esmaltado. Sin embargo, parece dudoso el buen acabado de la recolocación de las paredes exteriores que han sido extraídas de las piezas.

Finalmente desde el punto de vista de su producción industrial, se entiende que resulta totalmente posible.

“Construcción de edificios y ladrillos” (Antonios Sagionis; 19.septiembre.1979)

Esta patente presenta unos ladrillos cerámicos, provistos de un machihembrado en las caras superior e inferior, con el objeto de conseguir un entrelace tal que permita reducir el mortero de juntas. Al mismo tiempo las piezas presentan un hueco central [4] destinado a facilitar la inclusión de material aislante, que pueda mejorar las prestaciones térmicas de la fábrica.

En cuanto a la inclusión de instalaciones en la fábrica, se proponen como posibilidades los pequeños huecos longitudinales [5] y los grandes rebajes [11] de la pieza más especial, representada en la fig. 3 de la patente. Esta pieza más especial incluye al mismo tiempo una tapa removible, con el fin de posibilitar la colocación de las conducciones y facilitar su mantenimiento.

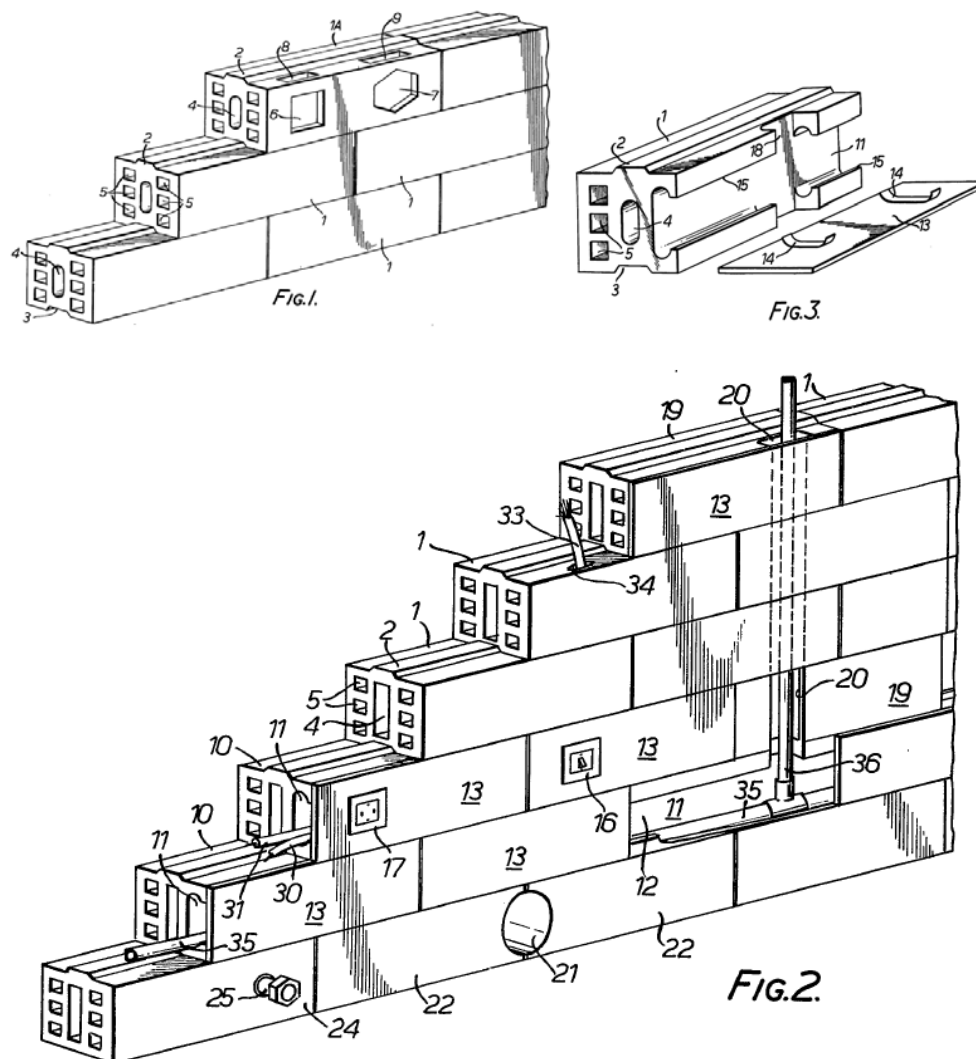


Ilustración 84. Patente de Antonios Sagionis. Pieza cerámica con alojamiento para instalaciones y pared exterior desmontable.

La pieza especial más complicada, indicada en la fig. 3 de la patente, presenta graves inconvenientes. Por un lado resulta imposible de fabricar por el proceso estándar de extrusión, empleado en la industria del ladrillo cerámico habitualmente, debido al paso vertical diseñado para albergar las canalizaciones verticales, ya que este paso es un rebaje practicado en el sentido perpendicular al de extrusión de la pieza. Por otra parte una hilada de esta pieza especial supondría un debilitamiento de la fábrica, equivaliendo además a una roza horizontal, no permitidas en España por el REBT 2002 (al restringir la apertura de rozas horizontales).

Otra pieza cuya fabricación parece de dudosa viabilidad es la representada en la fig. 1 de la patente, presentando nuevamente canalizaciones verticales, perpendiculares al sentido de extrusión de la pieza, y huecos en la pared exterior de la pieza, nuevamente perpendiculares al sentido de extrusión de la pieza.

No acaba de quedar claro, ni en la redacción de la patente ni en sus ilustraciones, cuántos tipos diferentes de piezas existen en el sistema, pareciendo factible su reducción a base de juntar prestaciones en menor cantidad de piezas. Por este motivo se intuye que este sistema resultaría complicado en cuanto a su planificación y puesta en obra, además de la grandes dificultades de fabricación de las piezas ya descritas.

En cuanto a la puesta en obra de la pieza y la inclusión de las canalizaciones en su interior, únicamente parecen factibles aquellas que fuesen alojadas en los grandes rebajes de la pieza especial indicada en la fig. 3 de la patente, ya que el aprovechamiento de los huecos menores de los ladrillos no parece factible, del mismo modo que no lo es en la actualidad con el ladrillo hueco doble habitual ni en el ladrillo perforado.

Aparentemente el sistema está pensado para ofrecer un buen estado estético de la fábrica con la instalación incluida en ella. Sin embargo, parece dudoso el buen acabado de la recolocación de las paredes exteriores removibles de las piezas especiales.

Finalmente el intento de ofrecer la posibilidad de incluir aislante térmico en los pequeños huecos centrales, como un valor añadido, no parece viable a nivel de ejecución ni interesante a nivel de prestaciones térmicas/acústicas de la fábrica, ya que la proporción de puentes térmicos/fónicos es muy elevada.

“Nuevo bloque para la construcción de tabiques” (Jaime Guillén Rincón; 16.septiembre.1980)

La pieza propuesta, realizada tanto en cerámica como en hormigón, presenta dos acanaladuras en su cara vista y un rebaje o acanaladura continua en los cantos. Las primeras están diseñadas para incluir las instalaciones en el tabique, mientras que la segunda pretende proporcionar el espacio necesario para incluir las instalaciones en el interior del paramento, con un trazado horizontal y/o vertical.

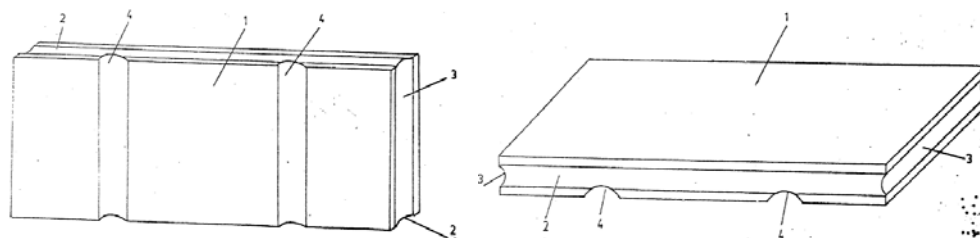


Ilustración 85. Patente de Jaime Guillén Rincón.

En el documento del modelo de utilidad se hace referencia a que la disposición de las acanaladuras que presenta la cara vista, debe ser tal

que permita la alineación entre ellas cuando se produce el aparejo de la fábrica. Sin embargo, a pesar de que los rebajes diseñados en los cantos verticales están pensados para acoger los trazados verticales de las instalaciones, cuando se produce el trabado de la fábrica se rompe la continuidad de estas acanaladuras, lo cual las inutiliza directamente.

Por otra parte, en el caso de disponer el trazado de alguna instalación en la acanaladura horizontal de los cantos, el apoyo entre piezas desaparecería o cuando menos se reduciría notablemente, haciendo peligrar la estabilidad del paramento. Al mismo tiempo, el tendido de estas instalaciones habría que hacerlo al mismo tiempo que el levantado de la fábrica, con los inconvenientes que ello supone.

Finalmente la fabricación de la pieza diseñada no resulta viable, debido al cruce en las direcciones de las acanaladuras, imposibilitando la fabricación por extrusión y el desmoldeo en caso de fabricación por prensado.

"Sistema para construcciones de muros" (Hsi; 27.julio.1982)

Esta patente presenta un sistema de muros de fábrica de bloque caracterizado por una pieza especial que trata de resolver el armado interior de la fábrica y la integración de las instalaciones al mismo tiempo.

El diseño de la pieza no se basa en un bloque estándar, de tres tabiquillos y dos huecos interiores, si no que en este caso la pieza está formada por dos tabiquillos desplazados hacia el interior y un único hueco central. Al mismo tiempo dichos tabiquillos presentan rebajes para alojar armadura de refuerzo horizontal o instalaciones. Finalmente en la parte central de las paredes exteriores del bloque se encuentra un rehundido, pensado para abrir un hueco con el objeto de acceder al interior de la fábrica, ya sea para realizar el relleno con mortero o para disponer elementos auxiliares de las instalaciones.

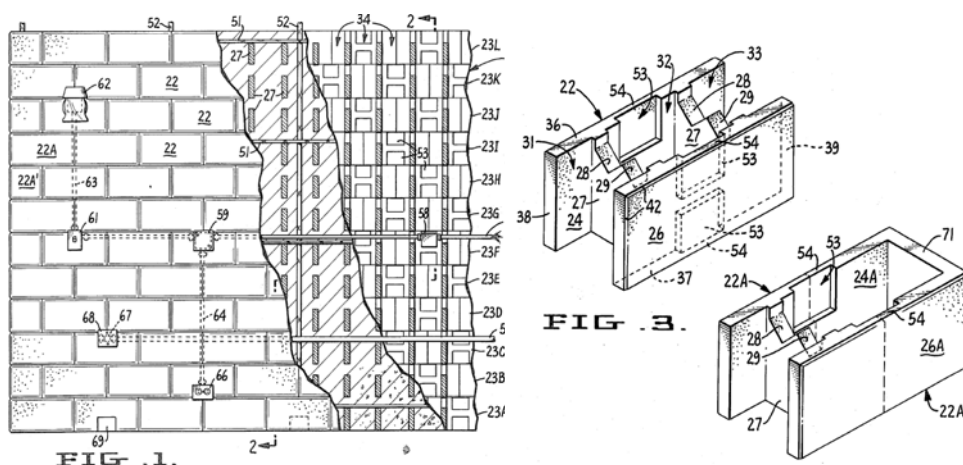


Ilustración 86. Patente de sistema de Peter Hsi.

En este caso nos encontramos ante una patente de gran interés para la investigación expuesta en este documento. Se trata de la única que presenta de un modo mínimamente profundo cierta preocupación por la

integración de las instalaciones en la fábrica resultante, si bien lo hace de un modo secundario, ya que en el texto de la patente se aprecia claramente que la intención principal buscada es la de facilitar el armado interior, vertical y horizontal, así como facilitar el relleno interior con mortero.

El sistema expuesto parece factible tanto desde el punto de vista de la ejecución y levantamiento de la fábrica como desde el punto de vista de la fabricación industrializada de las piezas. Si bien se pueden apreciar carencias:

- . Los huecos practicables, diseñados para posibilitar el relleno de la fábrica con mortero o colocar elementos de la instalación, son de una única medida, limitando la versatilidad de dichos huecos.

- . La sección de la pieza es considerablemente inferior a la del bloque estándar, por lo que su utilización en muros de carga sería limitada, lo que obligaría a recurrir a los fuertes armados y rellenos interiores con mortero.

- . En algunas imágenes de la patente se aprecian los rehundidos para la apertura de huecos, situados en la parte baja del bloque, lo cual es imposible de fabricar según el proceso industrializado común (principalmente el momento del desmoldeo).

- . Los rehundidos para la apertura de huecos aparentan ser demasiado finos, con un espesor de pared tan reducido que probablemente no fuese posible mantenerla integridad de la pieza fresca, recién producida según el proceso industrializado común.

Desde el punto de vista de su producción industrial se observan las puntualizaciones anteriores, por lo que el sistema podría corregirse en dichos aspectos.

Este sistema está pensado para ofrecer un buen estado estético de la fábrica con la instalación ejecutada en ella, tratando de ofrecer una imagen de fábrica vista inalterada, con la instalación integrada en ella.

“Bloque de construcción para instalación eléctrica” (Heinrich, Johann y Schlecht, Willi; 22.septiembre.1993)

Esta sencilla patente presenta unas piezas de fábrica cerámica muy similares a algunos sistemas actuales (principalmente al comercializado en España como “Termoarcilla”), con la única salvedad de un entallado en las sogas. Dichos entallados tratan de ofrecer la posibilidad de incluir en ellos el trazado horizontal de las instalaciones.

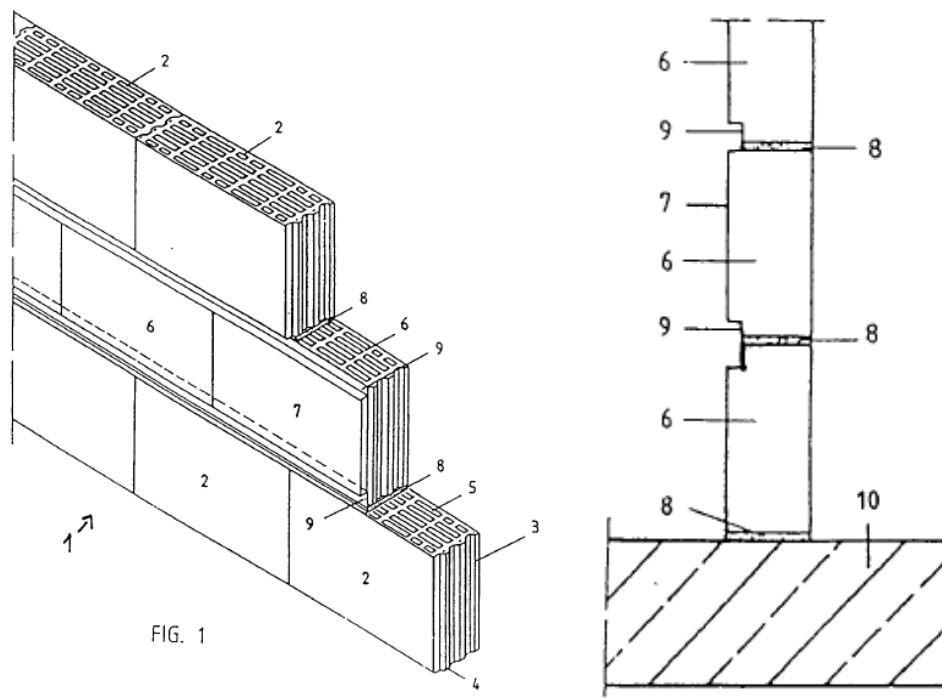


Ilustración 87. Patente de Heinrich y Schlecht.

En primer lugar cabe destacar la limitación del sistema al trazado horizontal de la instalación, dejando al margen tanto el trazado vertical como el alojamiento de los mecanismos auxiliares. Al mismo tiempo, resulta llamativo el hecho de que precisamente los rebajes realizados en las sogas de estas piezas, equivaldrían a una roza horizontal, no permitidas en España por el REBT 2002 (al restringir la apertura de este tipo de rozas).

Se entiende que este sistema deberá ser revestido, a no ser que se eviten trazados verticales en la instalación y por tanto las rozas necesarias, así como la colocación de mecanismos en alturas diferentes a aquellas en las que haya juntas horizontales con este tipo de pieza especial.

El sistema presentado resulta viable desde el punto de vista de su puesta en obra, aunque con la limitación normativa mencionada; mientras que teniendo en cuenta su proceso productivo, su viabilidad resulta más compleja, ya que los rebajes diseñados son perpendiculares al sentido de extrusión por el que se fabrica la pieza.

“Sistema de canalización sobre tabiques, para instalaciones eléctrica, de telefonía y similares” (Selles Ivorra, José Luis; 1.julio.1995)

Esta invención ofrece un nuevo sistema para la formación de canalizaciones múltiples en el interior de tabiques y paredes, para la inclusión de instalaciones. El sistema muestra una serie de piezas especiales de cerámica, con características análogas a los ladrillos convencionales, presentando canales y rebajes de diferentes geometrías, de tal modo que con su utilización se evitaría la realización de rozas.

El sistema únicamente presenta las piezas especiales que incluyen los canales y rebajes, pudiendo combinarse con ladrillos estándar.

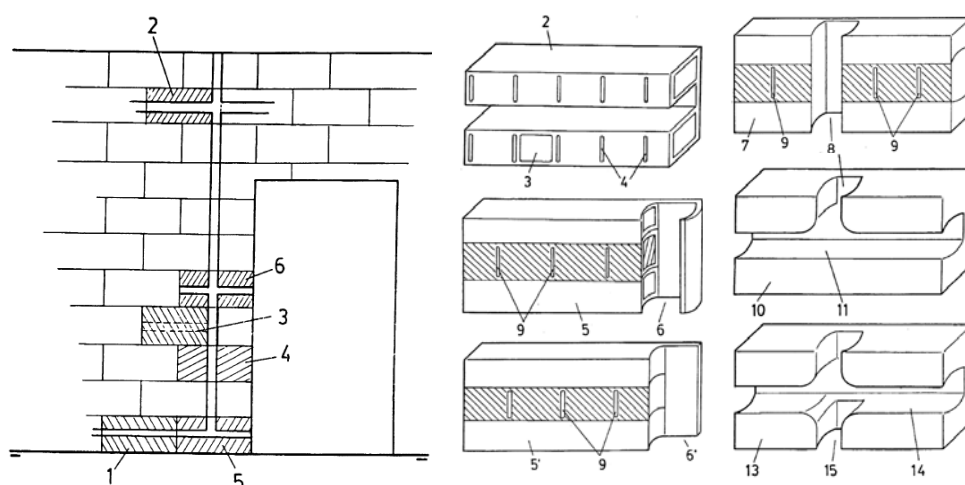


Ilustración 88. Patente de Selles Ivorra.

Este sistema se limita claramente a la fábrica cerámica, si bien trata de resolver la problemática de la realización de rozas en este tipo de fábricas. En cuanto a los trazados horizontales de las instalaciones, se recuerda nuevamente lo dispuesto en el REBT2002 español, donde se restringen las rozas horizontales.

Se entiende que el sistema se limita a fábricas revestidas, ya que el trazado de las rozas permanecerá visto, si bien es posible que el proyectista busque dicho efecto.

Finalmente se entiende que el sistema no resulta factible, ya que la piezas son sumamente complejas, antojándose "infabricables" por el proceso habitual de extrusión de la industria cerámica. En cuanto a su puesta en obra, una vez conseguidas las piezas, resultará imprescindible conocer perfectamente el trazado de las instalaciones en el mismo momento en que se levanta la fábrica (lo cual no suele ser habitual).

"Sistema de construcciones de tabiques con canalizaciones para cables, tuberías y similares" (Patiño Doval, Olga; 1.marzo.1996)

La invención se refiere a un sistema de construcción de tabiquería con las correspondientes canalizaciones para las instalaciones comunes. El sistema que se propone muestra un juego de piezas especiales de cerámica, con características análogas a los ladrillos convencionales, presentando canales longitudinales y transversales, de tal modo que con su utilización se evitaría la realización de rozas.

Al mismo tiempo se presentan unas piezas planas que hacen la función de tapa, con el fin de cerrar los canales que hacen la función de "roza prefabricada".

El sistema únicamente presenta las piezas especiales que incluyen las rozas y sus tapas correspondientes, pudiendo combinarse con ladrillos estándar.

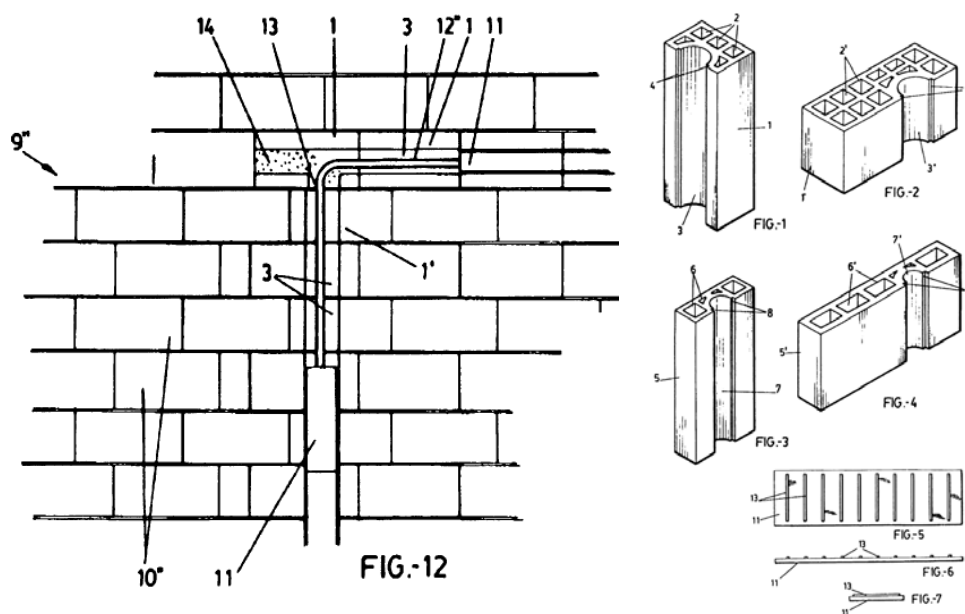


Ilustración 89. Patente de Patiño Doval.

Este sistema se limita claramente a la fábrica cerámica, si bien resuelve la problemática de la realización de rozas en este tipo de fábricas. En cuanto a los trazados horizontales de las instalaciones, se recuerda nuevamente lo dispuesto en el REBT2002 español, donde se restringen las rozas horizontales.

En el caso de fábricas vistas, el resultado obtenido podría ser algo singular, teniendo en cuenta las tapas de las rozas verticales.

Finalmente se entiende que el sistema resulta factible, tanto desde el punto de vista de su producción industrial como de su puesta en obra, si bien resultará imprescindible conocer perfectamente el trazado de las instalaciones en el mismo momento en que se levanta la fábrica (lo cual no suele ser habitual). Por otra parte, el sistema quizás debería incluir alguna pieza más con canalizaciones de mayor tamaño, ya que las diseñadas se limitan a una única sección.

“Bloque para la construcción” (Francisco Serrano Rubio; 16.febrero.2005)

El bloque consiste en una pieza maciza, cuyo cuerpo incorpora acanaladuras horizontales y verticales, que afectan al menos a una de sus caras mayores. Estas acanaladuras conforman una estructura reticular de ranuras o canales intercomunicados, que actúan a modo de rozas permitiendo la implantación de instalaciones eléctricas o de otro tipo, que quedan posteriormente inmersas en la masa de mortero que rellena dichas acanaladuras y que recubre además la cara frontal de los bloques, constituyendo la superficie vista de la pared.

En el documento de la patente se incluye además una especificación de la composición del material con el que se realiza, basado en un hormigón con áridos de pequeño calibre y residuos de material elastomérico, preferentemente neumáticos de desechos debidamente triturados, que

participan en la mezcla con un porcentaje determinado para mejorar el coeficiente de amortiguación acústica del paramento.

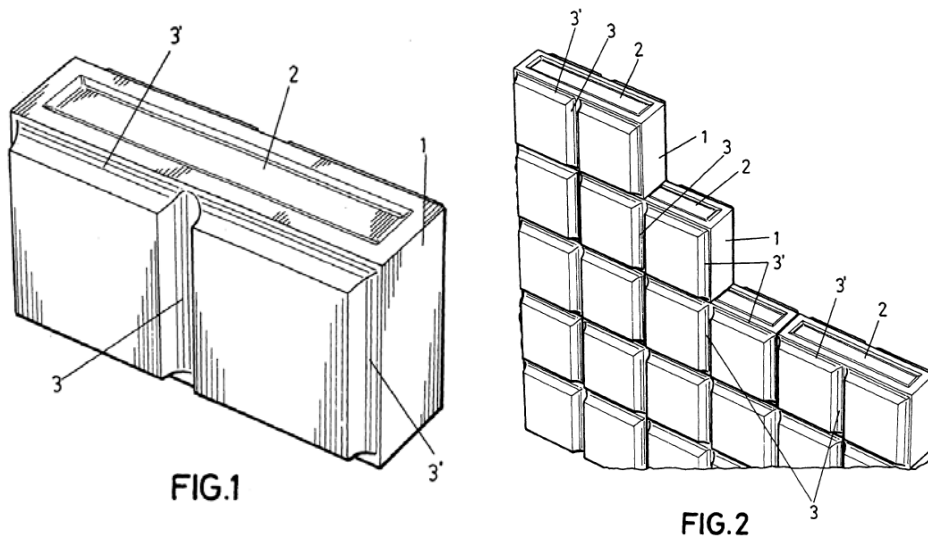


Ilustración 90 . Patente de Francisco Serrano Rubio.

El diseño de la pieza incluye también un rebaje en las caras interiores de la pieza con el fin de recibir el mortero de juntas y mejorar así la estabilidad del conjunto.

Esta pieza resulta inviable en cuanto a su fabricación debido a la doble dirección de las acanaladuras desinadas a acoger las instalaciones, imposibilitando el proceso de extrusión. Al mismo tiempo estas acanaladuras sumadas al rebaje para el mortero de juntas, imposibilitan el desmoldeo en el proceso de prensado.

Por otra parte, el cruce de instalaciones resulta de dudosa viabilidad, ya que las acanaladuras son capaces de acoger una única instalación.

“Ladrillo con canal” (Luis Torres Piñar; 24.abril.2007)

La patente presenta un sistema formado por un completo conjunto de piezas distintas. Los ladrillos cuentan con un canal que presenta varias disposiciones, así como espacios reservados para las cajas de mecanismos.

Al mismo tiempo los canales de los distintos tipos de ladrillos están dispuestos para permitir el enlace de unos con otros, dando continuidad a la canalización.

Esta interconectividad de las piezas define el trazado de las instalaciones, lo que hace necesario conocer el mismo durante el levantamiento de la fábrica. Del mismo modo resulta imposible el cruce de instalaciones, ya que los canales están diseñados para incluir una única instalación.

Este sistema resulta complejo al estar formado por siete ladrillos distintos, de difícil fabricación dada la geometría de algunas piezas.

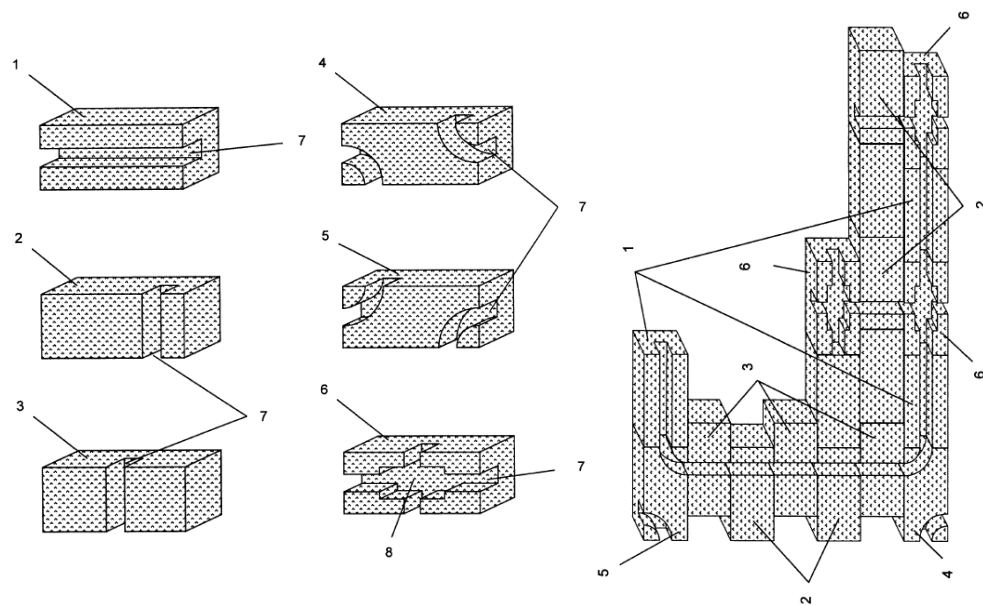


Ilustración 91. Patente de Luis Torres Piñar.

“Ladrillo cerámico prensado preparado para ubicación de instalaciones sin apertura de rozas” (Rafael García Quesada; 6.agosto.2009)

Este ladrillo preparado para ubicación de instalaciones se distingue de los demás ladrillos o bloques, en que se pueden ubicar instalaciones sin apertura de rozas mediante una serie de protuberancias que permiten el tránsito de instalaciones tanto en horizontal como en vertical, situadas en al menos una de las caras de dicho ladrillo o bloque prismático.

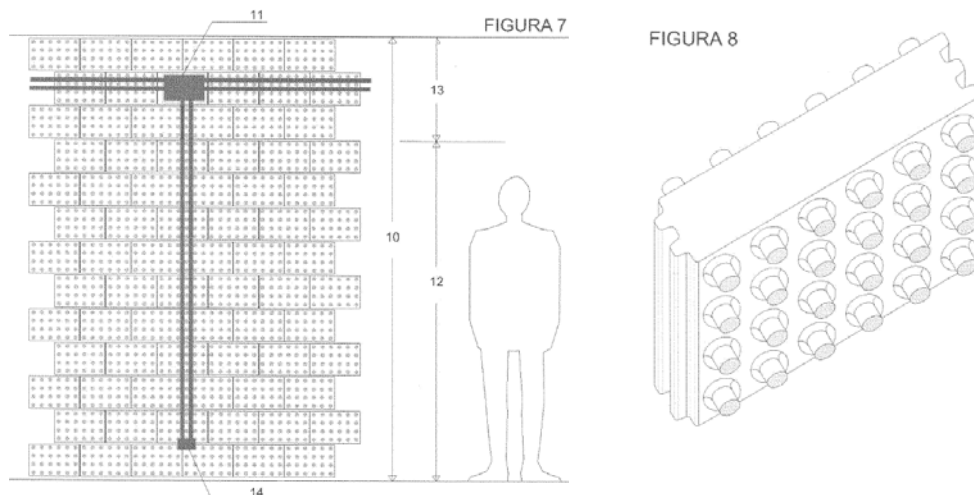


Ilustración 92. Patente de Rafal García Quesada, para ladrillo prensado.

La pieza cuenta con una serie de protuberancias (“botones”, “tetones”) dispuestas regularmente a lo largo de todo el paramento. Dichas protuberancias permiten el paso de las instalaciones tanto en vertical como en horizontal. De igual modo permite el giro de los conductos, si bien el cruce de conductos no parece posible ya que las protuberancias

tendrían que ser demasiado profundas. Las conducciones quedarían ocultas posteriormente bajo el revestimiento del paramento.

La geometría de la pieza está diseñada para ser fabricada mediante el método de prensado, si bien presenta unas acanaladuras verticales como machihembrado que dificultarían el proceso.

Esta solución resulta ingeniosa a la par que sencilla, a pesar de que presenta el inconveniente de la profundidad de las protuberancias, ya que probablemente resulten insuficientes para cruzar conductos y al mismo tiempo excesivas (también en cantidad) para evitar fisuras en el revestimiento, por la gran diferencia en su espesor y retracciones.

“Bloque Termoarcilla preparado para ubicación de instalaciones sin apertura de rozas” (Rafael García Quesada; 10.agosto.2009)

Este bloque es básicamente un bloque estándar de los realizados con Termoarcilla, si bien en este caso contiene acanaladuras en al menos en una de sus caras vistas. Estas acanaladuras están dispuestas para la ubicación de instalaciones sin apertura de rozas verticales. Para solventar el trazado horizontal de las canalizaciones es necesario utilizar otra pieza de menor espesor, sin acanaladuras, de modo que se produzca una reducción en el espesor de la fábrica.

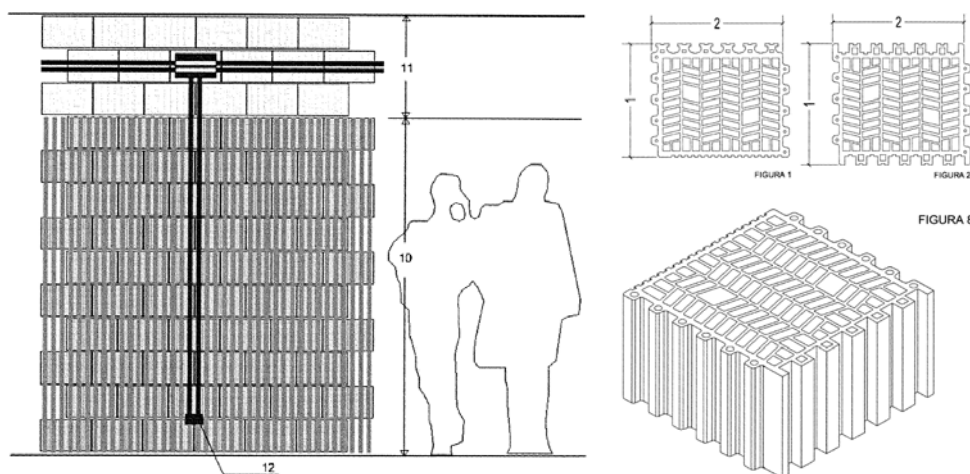


Ilustración 93. Patente de Rafal García Quesada, para bloque de termoarcilla.

Al igual que en el caso anterior, esta solución resulta ingeniosa a la par que sencilla, a pesar de que presenta el inconveniente de la profundidad y la cantidad de las acanaladuras, ya que probablemente resulten excesivas para evitar fisuras en el revestimiento.

“Ladrillo cerámico extrusionado preparado para ubicación de instalaciones sin apertura de rozas” (Rafael García Quesada; 14.agosto.2009)

Este caso es el mismo que el anterior, si bien se reduce el espesor de la pieza, pasado de bloque a ladrillo.

3.2. PATENTES CON POSIBLE APLICACIÓN INDIRECTA PARA LA INSERCIÓN DE INSTALACIONES EN LA FÁBRICA

“Bloque para edificación y estructuras realizadas a partir de él” (Insulock Corporation; 04.abril.1979)

La finalidad de esta patente es la de ofrecer un bloque de hormigón que no precise mortero de juntas, mediante un sistema de salientes y entrantes en las piezas, sin que en su texto se haga una mención expresa a las instalaciones ni a su integración en la fábrica resultante.

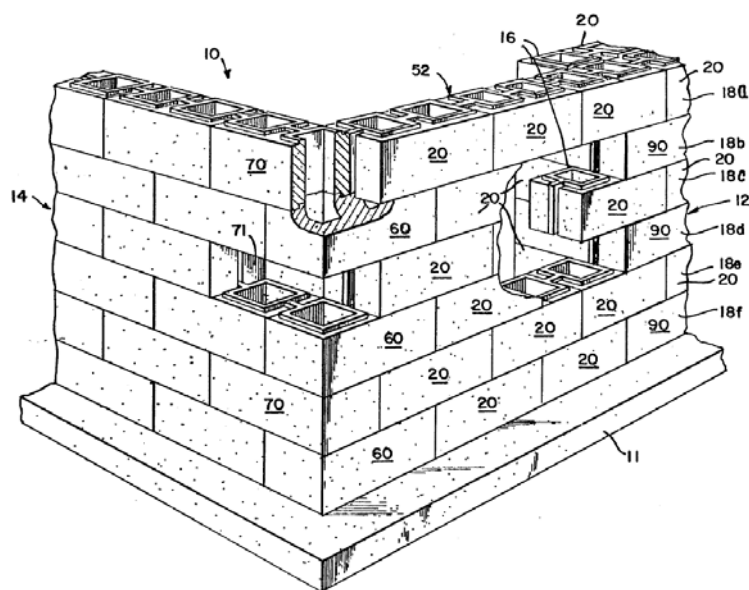


FIG. 1

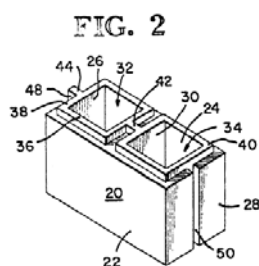


FIG. 2

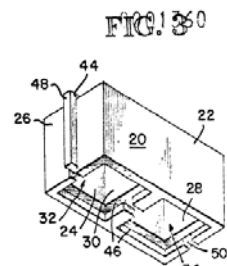


FIG. 3

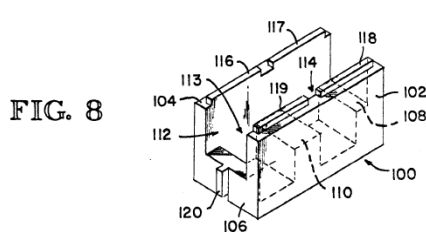


FIG. 8

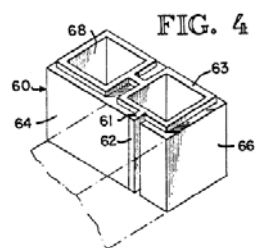


FIG. 4

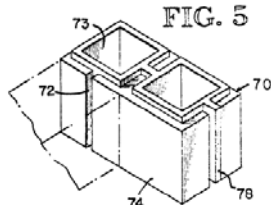


FIG. 5

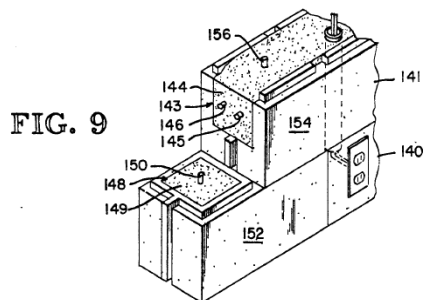


FIG. 9

Ilustración 94. Patente de bloques de Insulock Corporation.

Los únicos elementos tenidos en cuenta para ser incluidos en la fábrica son las armaduras de refuerzo indispensables para darle una mínima estabilidad a este sistema. Estas armaduras constan de barras verticales y horizontales en los huecos posteriormente rellenos de hormigón, formando nervios en cuadrícula.

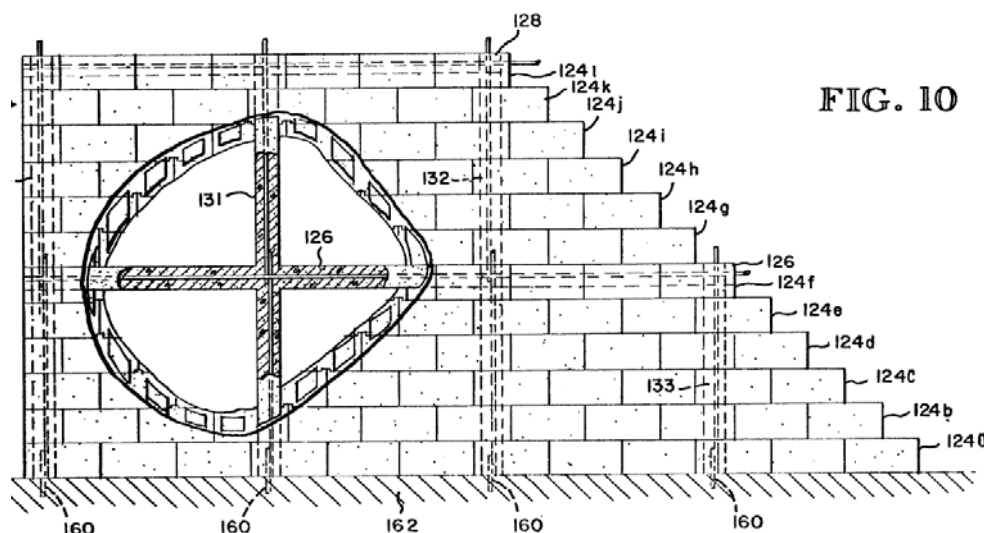


Ilustración 95. Nervios de refuerzo imprescindibles en la patente de Insulock Corporation, únicos elementos incluidos en el interior de la fábrica.

La única referencia a la inclusión de instalaciones en este sistema, la encontramos en la fig.9 de la patente (ver Ilustración 94. Patente de bloques de Insulock Corporation.). En dicha fig.9 se aprecia un tubo que canaliza la instalación eléctrica hasta un punto de consumo, mientras que en la descripción correspondiente únicamente se manifiesta que los huecos interiores de los bloques pueden acoger conducciones eléctricas o similares, al igual que el bloque común estándar.

La patente resulta factible desde el punto de vista de la ejecución de la fábrica, si bien se detectan varios inconvenientes:

- . Posible inestabilidad del conjunto mientras no se ejecute el relleno de los nervios interiores, debido a la falta de mortero de juntas para el correcto asiento de las piezas.
- . Posibles desplomes debidos a la inexistencia de mortero de juntas.
- . Imposibilidad de emplear armaduras de tendel debidos a los entrantes y salientes existentes en las juntas.

Finalmente desde el punto de vista de su producción industrial, se encuentra el inconveniente del diseño de los entrantes o salientes de la parte inferior o superior de la pieza, ya que se requerirían bandejas especiales y desarrollar un proceso de desmoldeo particular.

“Bloques para construcción, muros estructurales hechos con ellos y métodos de ejecutarlos” (Rassias, Clark; 16.marzo.1982)

Esta patente presenta un bloque especialmente diseñado para facilitar la ejecución de fábricas armadas, presentando una serie de canales en los que alojar las armaduras horizontales durante el proceso de levantamiento de la fábrica, si bien se dificulta el tendido de las armaduras verticales.

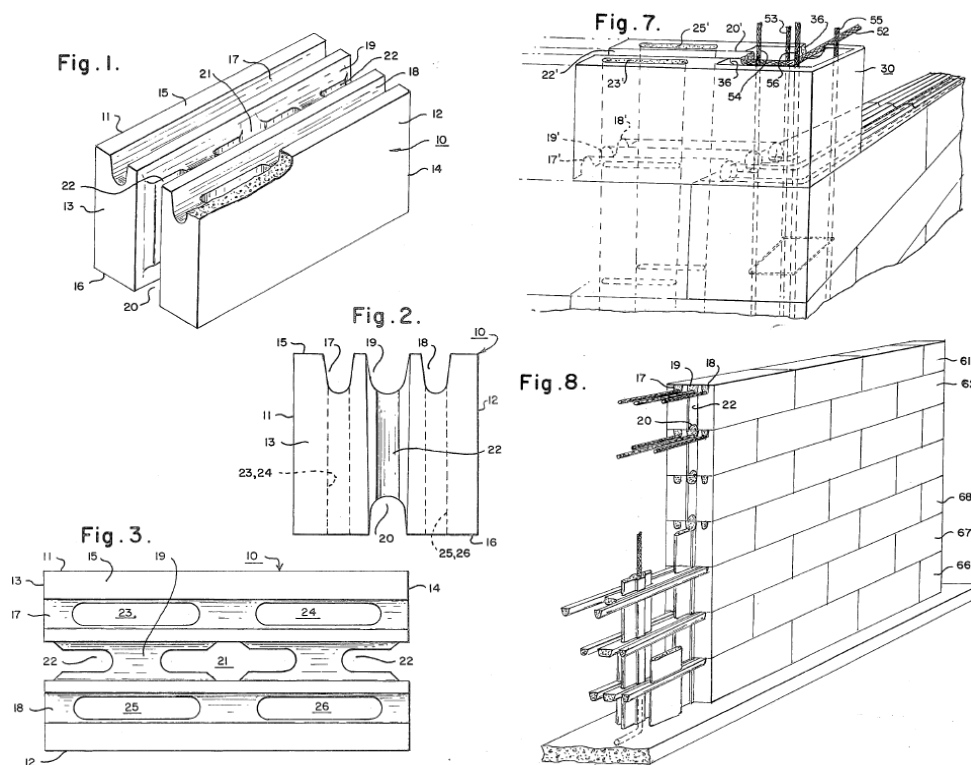


Ilustración 96. Patente de Clark Rassias. Muros estructurales.

Esta patente no incluye ninguna referencia a la inclusión de instalaciones o canalizaciones de ningún tipo, ciñéndose a la optimización del comportamiento estructural mediante refuerzo con el tendido de armaduras para su funcionamiento como muro de carga.

El sistema desarrollado parece factible tanto desde el punto de vista de la ejecución y levantamiento de la fábrica armada como desde el punto de vista de la fabricación industrializada de las piezas.

Por otra parte, su puesta en obra también resulta factible, con la excepción de la ejecución de refuerzos verticales, debido al elevado índice de macizo de la pieza, presentando huecos verticales de escasas dimensiones.

“Bloque” (Hunt, Terrance; 09.junio.1987)

Esta patente propone un bloque con un estriado en sus caras exteriores, con el objeto de crear un sistema de bloques enlazables.

Realmente carecería de interés para el proceso de investigación, si no fuese por los cortes que presenta en los tabiquillos interiores, que son similares a los propuestos en uno de los diseños barajados que se mostrarán más adelante. Sin embargo en este caso la finalidad de dichos cortes es la de facilitar el entrelace de los bloques en determinadas situaciones de fábricas con curvatura y geometrías irregulares.

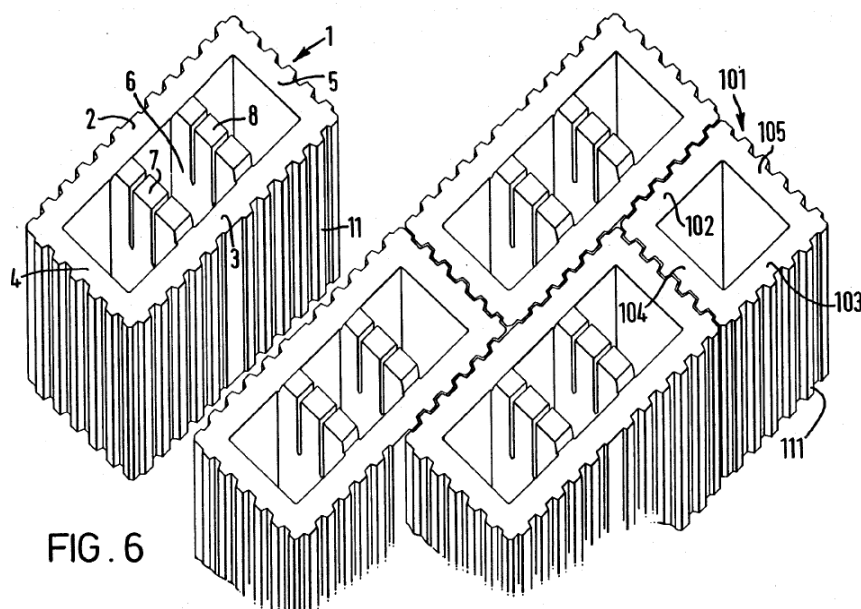


FIG. 6

Ilustración 97. Patente de bloque de Hunt.

En esta patente no se hace referencia en ningún momento a la posibilidad de inclusión de instalaciones en la fábrica ejecutada con estas piezas. Y el acabado exterior de la pieza daría lugar a fábricas vistas particulares.

El sistema propuesto parece factible tanto desde el punto de vista de la ejecución y levantamiento de la fábrica como desde el punto de vista de la fabricación industrializada de las piezas.

“Método de albañilería integral con posibilidad de armado tridimensional y piezas constructivas para dicho método” (Adell Argiles, Josep María; 16.diciembre.1998)

La invención propone un método de albañilería especialmente concebido para el armado tridimensional de un muro, y más concretamente para facilitar la ejecución de la fábrica con un armado en sentido vertical. Para lograrlo presenta un bloque especial con unas líneas de debilitamiento para conducir la rotura de la pieza y facilitar así la colocación del bloque, incluso con la armadura vertical ya dispuesta en obra, gracias a que el bloque se ha abierto lateralmente antes de colocarlo.

El sistema pretende ser aplicable tanto a fábrica bloque de hormigón como a fábrica de ladrillo cerámico, con diseños de piezas diferentes para cada caso.

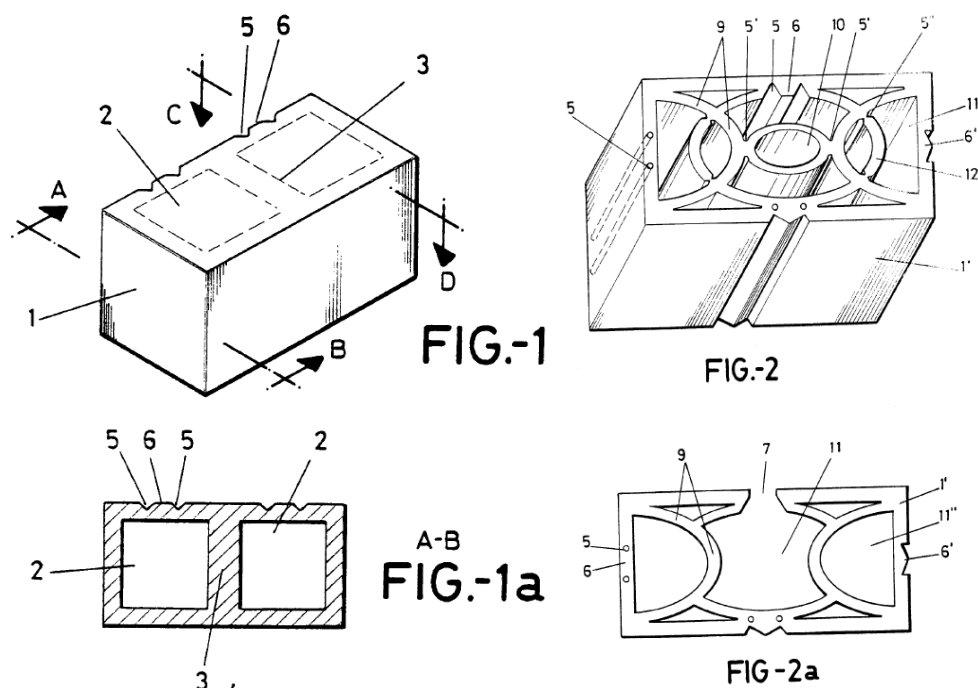


Ilustración 98. Patente de bloque para armadura vertical de Adell. Piezas de bloque de hormigón (izquierda) y de ladrillo cerámico (derecha).

En esta patente no se hace referencia en ningún momento a la inclusión de instalaciones en las fábricas resultantes.

Las piezas descritas en la patente (y otras relacionadas con ella aunque figuren en ella) resultan factibles desde el punto de vista de su producción industrializada, si bien la apertura de las piezas que pretende facilitar su colocación con la armadura vertical ya colocada en la fábrica, no resulta tan claramente viable, ya que ha sido posible realizar una comprobación real con piezas de prueba, obteniéndose innumerables roturas indeseadas (ver apartado sobre el Estado actual de las soluciones y productos comerciales).

“Bloque aislante para construcción” (Global Ryder Holdings PTY Ltd.; 14.febrero.2008)

Esta patente presenta un bloque de caras lisas, asimilable a un bloque estándar común, con las únicas salvedades de que muestra unos cortes por el interior y unos salientes en la cara superior.

El objeto de la patente es la de facilitar el relleno del interior de la fábrica con material aislante o con mortero en las zonas de refuerzo interior, una vez levantada la misma. Para facilitar la apertura de huecos necesarios para realizar este relleno, el bloque presenta los cortes descritos, mientras que los salientes de la cara superior únicamente tienen la función de señalar exteriormente la localización de los cortes interiores.



El sistema desarrollado parece factible tanto desde el punto de vista de la ejecución y levantamiento de la fábrica como desde el punto de vista de la fabricación industrializada de las piezas. Resulta dudoso el correcto relleno de la cavidades interiores de la fábrica una vez levantada la misma, y al mismo tiempo la utilidad de una fábrica de bloque hueco rellena de material aislante es igualmente discutible, ya que la geometría del bloque presenta una gran proporción de puente térmico.

Como aportación es interesante el detalle de los cortes interiores que facilitan la apertura de huecos, mismo sistema que el finalmente desarrollado en el presente documento, siendo coincidentes en el tiempo (solicitudes de patente dentro del mismo año con unos meses de diferencia, y por tanto no conscientes de su simultaneidad), aunque con finalidades diferentes.

4. OBSERVACIONES GENERALES SOBRE LAS PATENTES ANALIZADAS

En primer lugar conviene recordar nuevamente que no se ha encontrado en el mercado internacional ningún sistema o bloque de hormigón diseñado específicamente para facilitar la integración de las instalaciones en las fábricas de bloque de hormigón.

Igualmente cabe destacar que ninguno de los sistemas aquí presentados ha sido desarrollado para permitir que las fábricas permanezcan vistas con un resultado óptimo, limitándose básicamente a facilitar la inclusión de las instalaciones en las fábricas, sin llegar a considerarse una verdadera integración, con la excepción de la patente de Peter Hsi, sin embargo esta patente no deja prevista la posible ampliación de la instalación.

Se comprueba con carácter general que las patentes no tienen en cuenta el proceso de fabricación de las piezas desarrolladas, o por lo menos su viabilidad técnica y comercial, ya que muestran aspectos que imposibilitan o dificultan sobremanera su fabricación con los medios e instalaciones implantados en la industria del sector. Esta carencia se observa no sólo en el caso de piezas de hormigón, presentándose igualmente en las piezas cerámicas. Los aspectos que dificultan o imposibilitan generalmente la fabricación de las piezas son el momento del desmoldeo, en el caso de piezas de hormigón, y el proceso de extrusionado empleado en la fabricación de piezas cerámicas.

El estudio de patentes aquí expuesto se ha realizado de forma paralela al desarrollo del sistema propio, encontrándose con coincidencias en aspectos tales como los rehundidos en los tabiquillos interiores del bloque o los cortes en las paredes exteriores para facilitar la apertura de huecos.

La patente resultante del proceso de desarrollo presentado en este documento, fue presentada en octubre de 2008, con un diseño intermedio (el descrito en el apartado 3.2. Modificación y mejora del diseño inicial de la Parte 2), quedando pendiente de actualización según el diseño definitivo. Dicha patente se encuentra incluida como anexo, mientras que el diseño final de la pieza se describe en el apartado 6. Definición de la pieza especial desarrollada, de la Parte II.

Con la búsqueda de patentes relacionadas con el sistema a desarrollar, y las múltiples soluciones comerciales relacionadas con el bloque de hormigón (ver apartado sobre el Estado actual de las soluciones y productos comerciales) resulta evidente que es un tema en continua evolución, abierto a la investigación.



II. DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA LA INTEGRACIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN LA FÁBRICA VISTA DE BLOQUE DE HORMIGÓN

II. Desarrollo de un sistema para la integración de la instalación eléctrica
en la fábrica vista de bloque de hormigón

II. Desarrollo de un sistema para la integración de la instalación eléctrica
en la fábrica vista de bloque de hormigón

1. OBJETIVOS

El objeto principal de la investigación es el de ofrecer una nueva posibilidad sobre la integración de las instalaciones en la construcción con fábrica de bloque de hormigón, a través del desarrollo de un nuevo sistema de integración de la instalación dentro de la propia fábrica, más allá de la mera superposición sobre el paramento (sistemas de instalación en superficie) y de la intrusión mediante la agresión al paramento una vez ejecutado (sistema de instalación empotrada a través de rozas).

De este modo se busca la integración de la instalación eléctrica, y aquellas consistentes en cableados tales como telefonía, datos o señales de televisión, en el interior de los paramentos proyectados con fábrica de bloque de hormigón, entendiendo como integración la combinación de elementos para formar parte de un todo. En este caso se busca la consideración del tendido de la instalación de modo que quede unificada con el desarrollo de la fábrica.

Conocida la metodología habitual desarrollada para incluir la instalación en el interior de la fábrica de bloque de hormigón, se detectan las problemáticas existentes y se propone como objetivo el ingeniar un nuevo sistema a través de un nuevo bloque de hormigón que cumpla una triple función:

- Facilitar la integración de la instalación durante el proceso de ejecución de la fábrica.
- Facilitar la apertura de huecos para colocar las cajas empotradas destinadas a alojar los mecanismos eléctricos en el paramento levantado con fábrica vista.
- Facilitar el aumento de la instalación.
- Capacidad de incluirse en el desarrollo de la fábrica, sin afectar a sus funciones principales de utilidad, firmeza y aspecto.

Finalmente, y como valor añadido, se aceptarán otras metas no establecidas en un principio, tales como la optimización de tiempos en el proceso constructivo, o facilitar la posibilidad de proyectar fábricas vistas de bloque de hormigón, sin que la ejecución de las instalaciones suponga un impedimento.

1.1. PRESTACIONES QUE DEBE CUMPLIR EL SISTEMA

Además de cumplir los objetivos buscados, se entiende que el sistema desarrollado deberá satisfacer las prestaciones que le son requeridas a cada parte integrante del sistema por separado.

Prestaciones de la fábrica

Las prestaciones con mayor relevancia requeridas para las fábricas, vienen establecidas en el CTE-DB-SE.F a nivel nacional, referidas a la seguridad estructural de la fábrica, entre las cuales caben destacar los siguientes aspectos.

Se define resistencia característica a la compresión de la fábrica, f_k , a la que puede determinarse mediante ensayos sobre probetas de fábrica. Por tratarse de un conjunto que no es isótropo, la resistencia se refiere a la dirección en que actúa el esfuerzo.

La resistencia característica a la compresión de la fábrica, f_k , correspondiente a un esfuerzo normal a los tendeles, se podrá tomar por referencia a los valores de la tabla siguiente, que recoge los casos más usuales.

Tabla 4.4 Resistencia característica a la compresión de fábricas usuales f_k (N/mm²)									
Resistencia normalizada de las piezas, f_b (N/mm²)	5		10		15		20		25
Resistencia del mortero, f_m (N/mm²)	2,5	3,5	5	7,5	7,5	10	10	15	15
Ladrillo macizo con junta delgada	-	-	3	3	3	3	3	3	3
Ladrillo macizo	2	2	4	4	6	6	8	8	10
Ladrillo perforado	2	2	4	4	5	6	7	8	9
Bloques aligerados	2	2	3	4	5	5	6	7	8
Bloques huecos	1	1	2	3	4	4	5	6	6

Tabla 13. Resistencia característica a compresión de fábricas usuales (Tabla 4.4 del CTE-DB-SE.F).

La resistencia normalizada a compresión mínima de las piezas, f_b , será de 5 N/mm². No obstante, pueden aceptarse piezas con una resistencia normalizada a compresión inferior, hasta 4 N/mm² en fábricas sustentantes y hasta 3 N/mm² en fábricas sustentadas, siempre que, o se limite la tensión de trabajo a compresión en estado límite último al 75% de la resistencia de cálculo de la fábrica, f_d , o bien se realicen estudios específicos sobre la resistencia a compresión de la misma.

Prestaciones de las piezas

Según la norma UNE-EN 771-3, cuando se desarrolle un nuevo producto y antes de comercializarlo, se deben realizar los ensayos iniciales correspondientes para confirmar que las propiedades obtenidas del producto satisfacen los requisitos de la mencionada norma. Cada vez que se produzca un cambio en las materias primas, las dosificaciones utilizadas o el procedimiento de fabricación que modifique las características del producto final, se debe repetir el ensayo de tipo inicial.

Los ensayos de tipo deben ser ensayos de referencia para las características seleccionadas de la siguiente lista, de acuerdo con la declaración del fabricante según el uso previsto para el tipo de producto.

Los ensayos y características indicadas para los bloques de hormigón son:

- Dimensiones y tolerancias.

- Configuración.
- Densidad.
- Planeidad de superficies de bloques cara vista.
- Resistencia mecánica.
- Variación debida a la humedad.
- Absorción de agua por capilaridad.
- Reacción al fuego (generalmente clase A1 sin ensayos).
- Durabilidad frente al hielo / deshielo.
- Resistencia térmica o conductividad térmica (por ensayo o por cálculo).
- Resistencia a la adherencia (por ensayo o a partir de valores fijos).
- Permeabilidad al vapor de agua (por ensayo o por cálculo).

Según esto y atendiendo igualmente a la norma UNE-127771-3 (complemento nacional a la UNE-771-3), a efectos de ensayo, los bloques de hormigón se pueden agrupar en familias en las que se considera que el valor de una propiedad determinada es común a todos los productos que se encuentran en dicha familia.

El fabricante podrá considerar como ensayo de tipo inicial los ensayos ya realizados anteriormente siempre que se trate del mismo producto (misma materia prima, dosificación y proceso de fabricación), la misma característica y el mismo método de ensayo.

Variaciones de distintos factores (grado de compactación, proporción de superficie expuesta,...) motivan que existan, dentro de un mismo tipo, modelos más críticos que otros para una propiedad determinada.

Prestaciones de las instalaciones eléctricas

En cuanto a las instalaciones eléctricas y su implantación en las fábricas, habrá que acogerse a lo establecido en la diferente normativa técnica relativa a las instalaciones "cableadas", y en especial en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión vigente en España (RD 842/2002 de 2 de agosto), y su Guía de aplicación técnica. Estos condicionantes han sido expuestos anteriormente en la sección I. Antecedentes. Estado actual del conocimiento. B. Sobre las instalaciones eléctricas.

Dicho Reglamento establece condiciones relativas a la ejecución de rozas, si bien uno de los objetivos del sistema a desarrollar es precisamente la eliminación de las rozas.

2. CONDICIONANTES DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

Antes de tratar de diseñar cualquier tipo de pieza prefabricada es necesario conocer su proceso de fabricación, puesto que este proceso presentará una serie de condicionantes que limitan las posibilidades de diseño. Hay que tener en cuenta que prácticamente la totalidad de la maquinaria disponible actualmente para la producción de bloques se basa en los mismos principios, funcionando todas ellas de manera muy similar, incluso perteneciendo a diferentes fabricantes; sirvan como referencia las americanas Besser Company, Columbia, Omag, la japonesa Tiger, las alemanas Zenit, Masa y Hess, o ejemplos más modestos como las españolas Poyatos o Prensoland.

Para el desarrollo del sistema se consideró imprescindible establecer contacto con empresas fabricantes especializadas en el sector del bloque de hormigón. Tras varios contactos se estimó oportuno elegir una de ellas, ateniéndose, entre otros, a los siguientes requisitos:

- . Contrastada experiencia en la fabricación de bloque de hormigón.
- . Implantación de sistemas de control de calidad en el proceso de fabricación y marcado CE.
- . Amplia gama de piezas fabricadas y volumen de fabricación.
- . Completo taller de mantenimiento y alto conocimiento de los equipos.

Con el cumplimiento de estos requisitos se buscaba no sólo la facilidad para la obtención de información y muestras, si no que principalmente estas pudieran ser válidas, en primer lugar por comprobar su buen comportamiento a lo largo del tiempo (gracias a la experiencia) y en segundo lugar por contar con las características marcadas por las normativas (comprobadas a través de los sistemas de control de calidad). Al mismo tiempo la amplia gama de piezas y el volumen de fabricación mejorarían la comparabilidad entre resultados de diferentes piezas y la extrapolación hacia otros productos y/o fabricantes diferentes.

La existencia de un completo taller de mantenimiento junto con el alto conocimiento de la instalación, resultará imprescindible para establecer la viabilidad en cuanto a la posibilidad de fabricación de los nuevos bloques diseñados, y al mismo tiempo permitirá realizar las modificaciones necesarias en los equipos para poder fabricar estos nuevos bloques.

Tras una búsqueda selectiva se acabó contando con la colaboración del grupo PREFHORVISA, un fabricante especializado en este tipo de productos, con una experiencia contrastada que supera los 45 años, quien además de proporcionar valiosa y variada información, cedió todas

cuantas muestras fueron necesarias, e incluso permitió el uso del laboratorio propio para la realización de ensayos.

Este fabricante, además de cumplir holgadamente con los requisitos establecidos, contaba con otros factores muy importantes a su favor, como son la disponibilidad de 5 líneas de producción con maquinaria Besser que, junto con la también americana Columbia, se consideran las tecnológicamente punteras en el sector destinado a la fabricación de bloque de hormigón, ya que otras instalaciones, como las Massa, Omag,... etc., si bien son capaces de fabricar bloque, su destino principal es la producción de pavimentos y ladrillos de hormigón, ya que cuentan con bandejas de gran tamaño.

Por otra parte el fabricante cuenta también con un amplio taller de reparación y mantenimiento de los equipos de fabricación, en el que resultará posible confeccionar el molde para la nueva pieza desarrollada. Cabe destacar la calidad de este taller, así como los conocimientos del personal, siendo capaces de autoabastecerse casi totalmente, fabricando los moldes enteramente y reparando cualquier tipo de avería en la instalación, siendo ambos aspectos poco habituales en este tipo de empresas (necesitando recurrir a servicios externos). En esta empresa proceden a la restauración de este tipo de instalaciones, adquiriéndolas casi como chatarra y dejándolas nuevas en perfecto estado.

Es por ello que el proceso de fabricación íntegro aquí descrito refleja fielmente el desarrollado por este grupo de empresas, si bien este proceso es el mismo que desarrollan la práctica totalidad de fabricantes del sector.

2.1. PROCESO DE FABRICACIÓN

Para exponer y describir el proceso de fabricación completo, se seguirá el orden lógico del mismo, empezando por las materias primas y terminando en el almacenamiento del producto terminado en el patio de stocks de la planta productora para su posterior distribución comercial.

MATERIAS PRIMAS

Como era de esperar, las materias primas en el bloque de hormigón son las mismas que las de un hormigón normal, compuesto de áridos, cemento, agua y aditivos según el caso. En cuanto a la dosificación de sus componentes podrá ser establecida libremente, garantizándose en cualquier caso la homogeneidad de la producción para cada clase de bloque. De todos los componentes presentes en un bloque de hormigón, no se establecen limitaciones en cuanto a agentes químicos, como cloruros, ya que no hay vínculo directo con armaduras, al contrario que en los hormigones armados.

Cemento

Los cementos más comúnmente empleados son los cementos Portland normales (CPN), sin las cualidades distintivas de otros tipos de cementos (puzolánicos, siderúrgicos,...etc.). Para las piezas de colores claros se

emplean cementos blancos (PB), siempre de mayor resistencia al proceder de calizas blancas (con capacidad aglomerante debido a su contenido en cal), y sin la posibilidad de aporte de cenizas volantes.

TIPO DE CEMENTO	DESIGNACION	CARACTERISTICAS	
Cemento portland	CEM I 52.5 R	Empleo general	Resistencia muy alta
	CEM I 42.5 R		Resistencia alta
Cemento portland con adición	CEM II/A-V 42.5 R		
	CEM II/A-V 42.5		Resistencia media
	CEM II/B-V 32.5 R	Resistente al agua del mar	
Cemento de Horno Alto	III/B 32.5 SR/ MR	Resistente a los sulfatos y al agua del mar	Resistencia media
Cemento Pozolánico	IV/A 32.5 R/ MR	Resistente al agua del mar	
Cemento Blanco	BL I 42.5 R	Hormigón blanco o coloreado	Resistencia alta
Cemento para usos especiales	ESP VI/1 32.5	No apto para estructuras	Resistencia baja

ESPECIFICACIONES (UNE 80 301)					
Tipos de cemento		Proporción en masa, %			
		Componentes principales			Comp. Adicional
Denominación	Designación	Clinker	Adición activa		
Cemento Portland	CEM I 52.5 R	95 - 100	Ninguna		0 - 5
	CEM I 42.5 R				
Cemento Portland con adición	CEM II/A-V 42.5 R	80 - 94	Ceniza volante	6 - 20	0 - 5
	CEM II/A-V 42.5	80 - 94		6 - 20	
	CEM II/B-V 32.5 R	65 - 79		21 - 35	0 - 5
	II/B-V 32.5 R/ MR	65 - 79		21 - 35	
Cemento de Horno Alto	III/B 32.5 R/ SR-MR	20 - 34	Escoria granulada de Horno Alto	66 - 80	0 - 5
Cemento Pulzolánico	IV/A 32.5 R/ MR	65 - 89	Ceniza volante	11 - 35	0 - 5
Cemento Blanco	BL I 42.5 R	95 - 100	Ninguna		0 - 5
Cemento para usos especiales	ESP VI-1 32.5	25 - 55	Escoria, ceniza volante	45 - 75	0 - 5

RESISTENCIAS A COMPRESION, N/mm ² (1 N/mm ² = 10.2 Kp/cm ²)					
Clases resistentes		Resistencia inicial		Resistencia normal	
Denominación	Designación	2 días	7 días	28 días	
Resistencia muy alta	52.5 R	≥ 30.0	-	≥ 52.5	-
	52.5	≥ 20.0	-		
Resistencia alta	42.5 R	≥ 20.0	-	≥ 42.5	≤ 62.5
	42.5	≥ 13.5	-		
Resistencia media	32.5 R	≥ 13.5	-	≥ 32.5	≤ 52.5
	32.5	-	≥ 16.0		

Tabla 14. Datos básicos de los cementos.

Por otra parte, la norma UNE 41166-1 (anulada), establecía como cementos aptos cualquiera de los recogidos en las normas UNE 80301 y UNE 80305, sin admitir los cementos de aluminato de calcio. Al mismo tiempo atendiendo a lo especificado en la Instrucción de hormigón estructural EHE-08, en su Tabla A.4.2 Tipos de cementos en función de la aplicación del hormigón, se recogen como adecuados los cementos comunes de los tipos CEM I y CEM II/A.

Aunque para conseguir una resistencia final del producto no es necesario emplear cementos de altas resistencias, es habitual el uso de cementos de resistencias elevadas (42,5 N/mm²) frente al habitual de albañilería (32,5 N/mm²) al fin de obtener resistencias iniciales (unos 2 días) suficientes para poder manipular las piezas recién fabricadas sin que se produzcan roturas de bordes o esquinas (desportillados).

En el caso particular descrito los cementos empleados son CEM II/A-V 42,5R para piezas con cemento gris y BL II/B-LL 42,5R para piezas con cemento blanco, estando ambos recomendados para la producción de elementos prefabricados. Como se puede apreciar por su nomenclatura ambos incluyen adiciones, de cenizas volantes hasta un máximo de un 20% en el caso del gris, y de calizas por encima de un 20% en el caso del blanco.

Agua

Al igual que el resto de materias primas, el agua carece de características especiales; únicamente debe estar exenta de sustancias perjudiciales, como materias orgánicas, arcilla y sales. Como norma general se considera que el agua potable es apta, por lo que se emplea el agua de suministrada por la red urbana.

Por otra parte, la norma UNE 41166-1 (anulada), establecía como agua apta aquella que cumpla las especificaciones indicadas en la Instrucción de Hormigón Estructural.

Áridos

Dado que los áridos representan alrededor del 85-90% del peso del hormigón resultante, sus propiedades son importantes para su resistencia, peso y comportamiento. Deben ser duros y estar exentos de sustancias perjudiciales que, como los limos, arcillas, materias orgánicas, etc., puedan impedir que la pasta de cemento se adhiera perfectamente al árido.

Los áridos empleados son arenas de granulometría variable, con grosores 0-8 mm, provenientes del machaqueo en cantera o de graveras, debidamente clasificadas y lavadas.

Por otra parte, la norma UNE 41166-1 (anulada), establecía como áridos aptos aquellos que se adecuaban a lo dispuesto en la norma UNE 146120.

Los áridos habitualmente empleados en este tipo de industria son graníticos, silíceos y calizos, dependiendo de la disponibilidad en su entorno. Se considera el calizo como el más noble, principalmente por el mejor acabado del producto y su baja abrasividad. Como norma general,

el árido de machaqueo es más abrasivo y ofrece mayor resistencia, aunque presenta un peor llenado del molde; en cambio el árido de gravera es poco abrasivo y ofrece menor resistencia, con un mejor llenado del molde.

El árido calizo por su baja abrasividad frente al silíceo o granítico es más deseado por los fabricantes, ya que el desgaste ocasionado en las piezas de los moldes es mucho menor. Por otra parte permite rebajar la cantidad de cemento en la mezcla gracias al poder aglomerante propio de la caliza.

Para este tipo de prefabricados, en los que se emplean áridos densos, se consideran más adecuados aquellos con un índice de finura de 3,7.

Si bien cada fabricante ha de adaptarse a los áridos disponibles en su área de mercado, tanto la granulometría como el origen se consideran fundamentales para el rendimiento de la planta de fabricación como para las características del producto final.

Como ejemplo se presenta la granulometría considerada ideal por Besser Co. a través de su centro de estudios WCCT (World Center for Concrete Technology) en Alpena, Michigan.

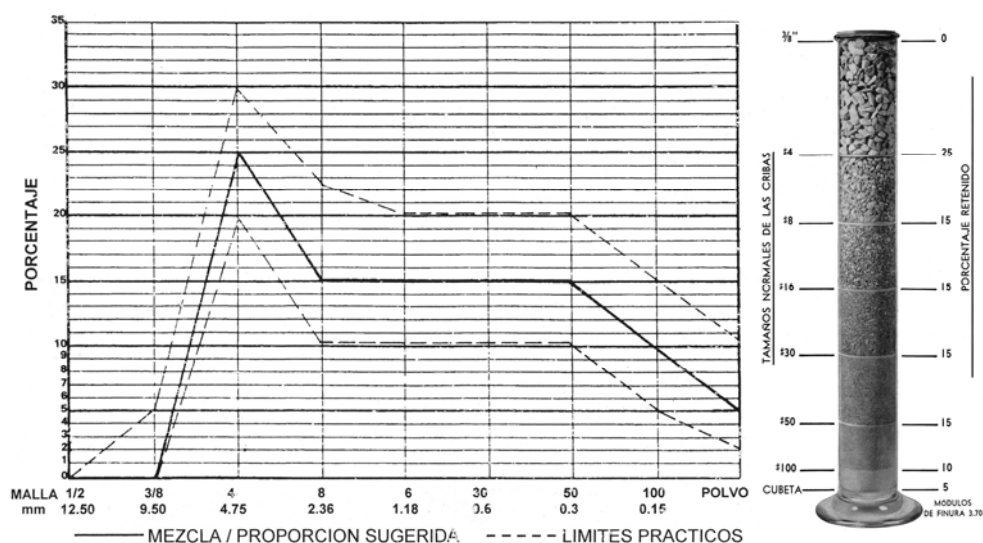


Ilustración 100. Distribución granulométrica considerada ideal para la fabricación de bloque de hormigón.

Aditivos

La norma UNE 41166-1 (anulada) identificaba los aditivos como aquellas sustancias o productos que, incorporados al hormigón antes de (o durante) el amasado (o durante un amasado suplementario) en una proporción no superior al 5% del peso del cemento, producen la modificación deseada, en estado fresco y/o endurecido, de alguna de sus características, de sus propiedades habituales o de su comportamiento.

Según esta misma norma, solamente se podían utilizar aquellos que vengan correctamente etiquetados, según la norma UNE 83275, y en cuyos documentos de origen figure su designación, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 934-2, así como la garantía del fabricante de que el aditivo, agregado en las proporciones y condiciones previstas, produce la función principal deseada sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón.

En el bloque de hormigón se utilizan de manera general dos únicos aditivos según las piezas a fabricar. Por un lado colorantes, para proporcionar diferente tonalidad a las piezas producidas, que se combinan con los áridos adecuados que mejoran el aspecto del acabado. Y por otro lado los hidrofugantes, para mejorar el comportamiento de la fábrica frente a la absorción por capilaridad y su respuesta en ambientes húmedos.

En el caso de los hidrofugantes suele emplearse estearato cálcico en emulsión al 50%, con una dosificación del 1-3% en peso del cemento. Actualmente se estudian nuevas alternativas basadas en grasas orgánicas.

Los colorantes son en su inmensa mayoría óxidos metálicos, como el óxido de hierro (tonos rojos) o el óxido de cromo (tonos verdes), en dosificaciones del 0-5% del peso del cemento.

Estos aditivos pueden emplearse de manera separada o combinada en una misma pieza (dentro de una misma amasada), de modo que se puedan obtener bloques de color con un agente hidrofugante integrado en la masa.

MAQUINARIA Y PROCESO DE FABRICACIÓN

Desde el lugar de almacenamiento de los áridos se transportan por medio de pala cargadora o directamente mediante camión a las tolvas de una central de áridos (conjunto automatizado de tolvas y cintas de transporte). El llenado de las tolvas se efectuará en función del bloque a fabricar, pudiendo disponer de varios tipos de áridos diferentes para mezclar.



Ilustración 101. Central de áridos con cintas de pesado y transporte.

Desde el pupitre de control de la central se determinan los tipos y cantidades de áridos requeridos de cada una de las tolvas, según las necesidades de fabricación. Mediante compuertas neumáticas de guillotina y alimentadores de cinta los áridos se depositan en una cinta

pesadora, provista de una tolva longitudinal a la cinta. Una vez descargada la cantidad total de áridos necesaria para una amasada (2.000-3.500 Kg), la cinta pesadora se pone en funcionamiento a la vez que lo hace la cinta que conduce a la mezcladora.

El proceso de carga del cemento a la báscula de cemento se realiza mediante tornillos sinfín, seleccionando desde el pupitre de control aquel silo que se quiera emplear según el tipo de cemento. Con la báscula de cemento cargada (200-330 Kg) y una vez que la mezcladora esté ya en funcionamiento con los áridos en su interior, se accionará la válvula de mariposa de apertura de la báscula o tornillo sinfín (según instalación), procediéndose a la mezcla árido-cemento.

Antes de añadir el agua de amasado y mediante el pupitre de control, se pondrá un tiempo previo de mezcla árido-cemento (30 segundos aproximadamente), tras el cual se activará el controlador automático de humedad que dejará entrar agua en la mezcladora, y cortará cuando la humedad de la mezcla alcance el valor previo establecido (5-7%).



Ilustración 102. Cintas de transporte de áridos y pupitre de control de la central de áridos (al fondo) [izquierda]. Mezcladora con cinta de llenado de áridos y dosificador de cemento (en azul) [derecha].

Esta mezcladora cuenta con unos sensores que miden en todo momento la resistencia eléctrica de la mezcla para determinar su grado de humedad. Aquí la humedad es de gran importancia ya que el hormigón buscado es de consistencia muy seca, hasta tal punto que los áridos mojados no sirven (por ejemplo cuando los áridos están recién lavados o la lluvia los ha mojado demasiado).

Para el caso de fabricación de bloque tipo hidrófugo, o en caso de empleo de colorantes, se activará la entrada de aditivos, siempre a través del pupitre de control, y en el momento deseado durante el proceso de mezclado.

El pupitre de control de la central de hormigonado controlará todo el ciclo de amasado desde el momento de descarga de áridos hasta el llenado de la tolva de la máquina, pudiendo trabajar tanto en manual como en automático de forma que ella sola repita un ciclo tras otro. Para un correcto funcionamiento el pupitre de control presenta los enclavamientos, protecciones, temporizadores y autómatas programables necesarios que permiten estas operaciones en modo automático.

Todo el proceso de mezclado es totalmente automático, dando las órdenes de realización de amasado mediante sondas de nivel en la tolva de la máquina prensa. Aún siendo un proceso automatizado, el control humano es necesario aunque sea únicamente visual, para comprobar el buen funcionamiento de los equipos.

A modo de ejemplo podemos exponer la dosificación típica para la fabricación de bloque hidrófugo amarillo 40x20x20cm Prefhorvisa de acabado liso, considerando una amasada de 3.300 kg, con la que se producen aproximadamente 185 unidades:

- . 2.000 kg de árido silíceo blanco (cuarzo) 0-5 mm.
- . 1.000 kg de árido silíceo blanco (cuarzo) 1-8 mm.
- . 300 kg de cemento blanco.
- . 9 kg de colorante amarillo Bayferrox Amarillo-1.
- . 7,5 l de hidrofugante Rheofit 788 ó SikaProof L-20.
- . 200 l de agua suponiendo los áridos secos.



Ilustración 103. Alimentación de materias primas [izquierda arriba]. Mezclador [izquierda abajo]. Alimentación de la máquina [derecha].

Cuando la masa de hormigón esté preparada, tras un mínimo de 3 minutos de amasado, se accionará la compuerta neumática de vaciado de la mezcladora, siendo obligado para ello que el skip (cubo de llenado de la tolva de alimentación de la máquina prensa) de carga se encuentre situado bajo la boca de descarga. Una vez cargado el cazo del skip, será elevado por medio de un motorreductor y a través de un cable, a lo largo de la estructura soporte del skip. Cuando el cazo alcance la altura de la

tolva de la máquina prensa, se volteará realizándose el llenado de la tolva. De esta forma y repitiendo el ciclo anterior de dosificación y amasado, se mantendrá en todo momento la tolva de la máquina prensa llena de hormigón, disponiendo dicha tolva de una capacidad mínima de dos amasadas.

Disponiendo de hormigón en la tolva, la máquina prensa podrá fabricar los bloques deseados según el molde instalado en cada momento. La máquina prensa empleada en el caso estudiado es capaz de alcanzar los 6 ciclos (bandejas) por minuto. Cada ciclo de la máquina consta de: llenado del molde, vibrado del mismo, compactación de la masa y desmoldeo.

El conjunto del molde está compuesto de dos partes principales: molde y contramolde, formados por un bastidor con bandeja superior (molde) y pisón de compactado (contramolde), cada una de ellas con múltiples piezas de desgaste que configuran la/s unidad/es de bloques que se van a fabricar.

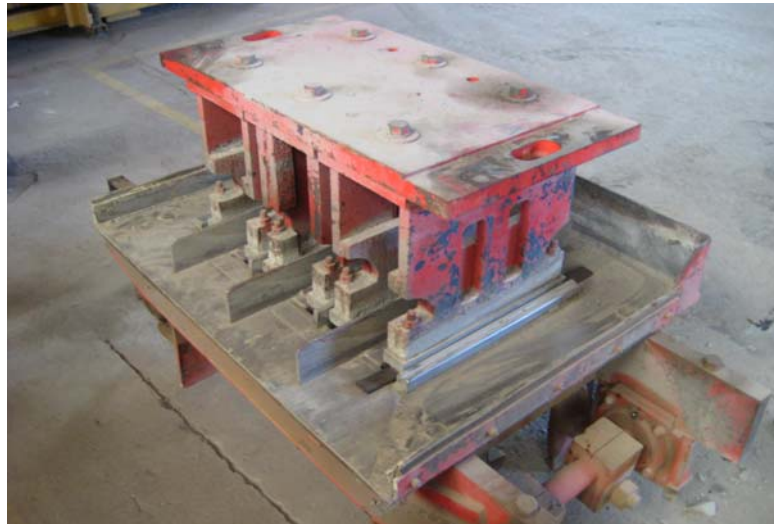


Ilustración 104. Molde completo fuera de la máquina prensa.

En la parte inferior del molde, se distinguen diferentes componentes, como el bastidor, dos ejes vibradores (con masas excéntricas) y bandeja superior de alimentación. Los ejes vibradores cumplen la función del vibrado para el correcto llenado y compactado de la mezcla, mientras que la bandeja superior de alimentación permite el llenado del molde.

La mezcla almacenada en la tolva de alimentación de la máquina-prensa es vertida sobre la bandeja de alimentación del molde (Ilustración 105), penetrando gracias al vibrado.

La clave que define la geometría de las piezas fabricadas y la configuración de estas piezas sobre las bandejas, está en el interior del bastidor, donde se localizan las múltiples piezas de desgaste que entran en contacto con el hormigón. Estas piezas de desgaste pueden ser de varios tipos, como cabezales, placas de división, corazones (noyos), puentes,

cuchillas,... etc. componentes intercambiables en función de su desgaste y de los bloques fabricados. Debido a la abrasividad del hormigón, estas piezas deben estar hechas con aceros especiales y recibir tratamientos térmicos, con el objeto de alcanzar una duración estimada de 300.000 ciclos, en función de los áridos empleados.



Ilustración 105. Vista superior de un molde configurado para fabricar dos bloques de 40x20x15 cm una cara split, y una pieza de pilastra con caras split.

Todas las piezas de desgaste distribuidas por el conjunto del molde están unidas mediante tornillos a sus soportes, de modo que el conjunto sea totalmente desmontable y configurable.

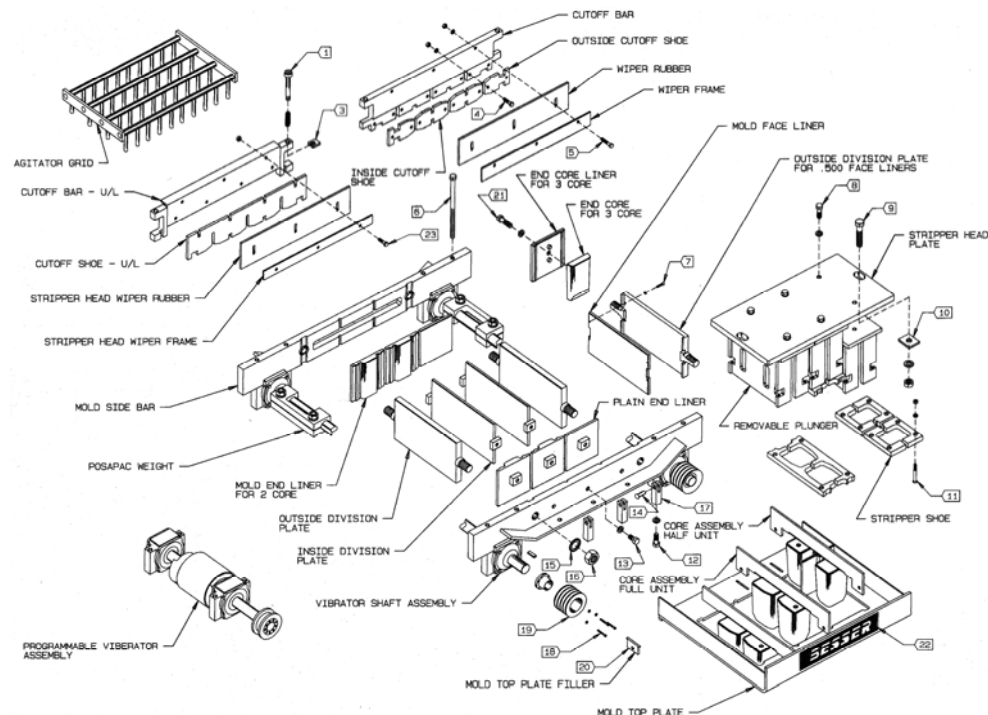


Ilustración 106. Despiece completo de un molde tipo.

Si la parte inferior del molde hace la función de hembra, el pisón, en la parte superior, hace la función de macho. En el caso del pisón nos encontramos con que está formado por una gran chapa de acero bajo la que se fijan los diferentes tercios que se introducen en los huecos del bastidor. Las únicas piezas de desgaste empleadas en el pisón son las zapatas, que entran en contacto con el hormigón durante el compactado, y coincidentes geoméricamente en planta con medio bloque.



Ilustración 107. Molde con pisón arriba [derecha] y pisón abajo [izquierda].

En cada ciclo la máquina recoge una bandeja metálica vacía de un cajón de bandejas, donde se almacenan esperando un nuevo ciclo, una vez retirados los bloques ya fraguados, que han sido enviados al patio de stock. Esta bandeja recogida se desplaza automáticamente hasta su posición dentro de la máquina prensa, donde se encuentra el extractor-recibidor de bandejas debajo del molde, para ser cargada con el bloque recién fabricado y llevada a la cámara de curado.

Bajo el molde se sitúa dicha bandeja que permite recibir y transportar los bloques recién desmoldados. Una vez alineada la bandeja en su posición, es elevada hasta el bastidor del molde, momento en el cual se produce el llenado del mismo.



Ilustración 108. Subida de la bandeja y llenado del molde [izquierda]. Vibrado y bajada del pisón para compactado [centro]. Bajada de la bandeja para desmoldado [derecha].

Para la entrada del material en el molde se desplaza la caja de alimentación con el hormigón fresco sobre la bandeja de alimentación de la parte superior del molde, al tiempo que se produce el inicio de la vibración que optimiza el proceso de llenado. Esta caja de alimentación superior incorpora una parrilla agitadora que facilita el reparto de la mezcla sobre el molde. Con el molde ya lleno una enrasadera pasa por encima para eliminar los excesos de mezcla que no han entrado en el molde, mientras este sigue vibrando.

Tras retirarse la caja de alimentación, el pisón desciende sobre el bastidor comprimiendo la masa introducida, mientras se reinicia la vibración interrumpida momentáneamente para posibilitar la entrada del pisón en el molde (holgura de 3 mm aproximadamente).

Una vez el pisón ha alcanzado los topes laterales de altura fijados (high pins) se provoca el desmoldeo mediante la bajada de la bandeja acompañada por la bajada acompasada del pisón. Finalmente la bandeja es expulsada por el extractor-recibidor de bandejas cargada con el bloque recién fabricado. Las alturas ajustables para el producto final están entre los 6-25 cm.

Las bandejas con bloque recién hecho son guiadas por un transportador de cadenas hacia un ascensor (o cargador) que se encarga de ir llenando con bloque una serie de estanterías metálicas. Este ascensor tiene a su lado un descensor (o descargador) para realizar el proceso de vaciado de estanterías con bandejas llenas de bloque ya curado. El conjunto formado por el ascensor-descensor, denominado en este fabricante Besser-Matic es en este caso un modelo Multi-Spade (conjunto formado por un receptor de 9 espadas de altura que recoge y distribuye las bandejas en estanterías de acero de 4 en fondo por 3 de ancho, lo que supone estanterías de 108 bandejas).



Ilustración 109. Movimiento de estanterías y cámaras de curado.

Frente al Besser-Matic se encuentra situado un "rack conveyor", transportador de estanterías, cuya misión es mover las estanterías, de forma

que las situadas frente al descensor una vez descargadas de bandejas con bloque ya curado, son colocadas frente al ascensor que las volverá a llenar con bandejas de bloque recién fabricado.

La colocación y retirada de las estanterías en el transportador se realiza mediante un “transfer-car” (carro de transporte automático) o carretilla elevadora, retirando las estanterías con bloque fresco hacia las cámaras de curado (donde permanece cerrado durante 2 días para bloque liso y 3 días para bloque split) y recogiendo de las cámaras las estanterías con bloque curado para dejarlas de nuevo en el transportador.

El descensor o descargador del Besser-Matic deja las bandejas sobre una cinta de cadenas llevándolas a un separador de bandejas, encargado de empujar los bloques hacia una cinta de rodillos y devolver las bandejas metálicas al cajón del extractor-recibidor de la máquina prensa para volver a recibir nuevos bloques.



Ilustración 110. Separador de bandejas [izquierda]. Cubadora [derecha].

Si se trata de fabricar bloque del tipo split (partido), el bloque sobre el camino de rodillos pasará por una máquina esplitadora, la cual mediante un sistema de raíles se podrá interponer en el camino de los bloques, sustituyendo a un tramo del camino de rodillos cuando se quiera fabricar este tipo de piezas.

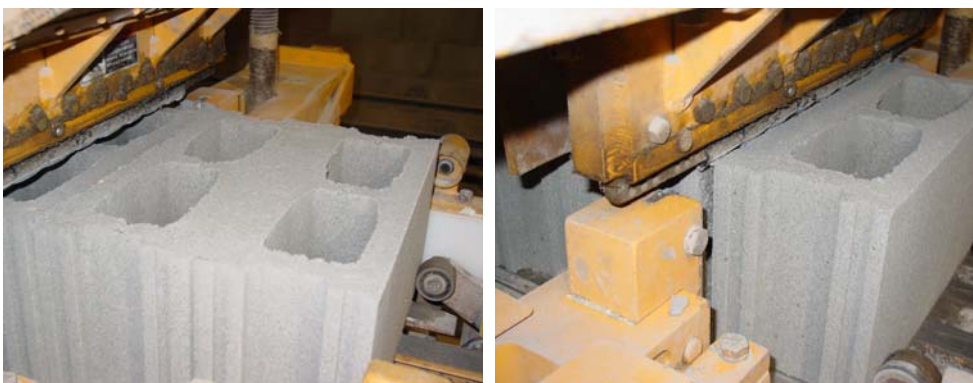


Ilustración 111. Esplitado de piezas. Entrada en la esplitadora de dos bloques unidos [izquierda]. Esplitado, separación de los dos bloques por rotura [derecha].

El bloque sobre los rodillos, ya sean lisos o split, pasarán a una máquina cubadora (o paletizadora) donde serán conformados los paquetes de bloque. A la salida de la cubadora se dispone una flejadora y un tramo de rodillos suficientemente largo para poder disponer de aproximadamente 15 paquetes de bloque antes de ser retirados. En este momento cada paquete es debidamente identificado con una etiqueta, donde se detallan sus características y marcado CE.

Mediante carretilla elevadora los paquetes de bloque terminado se llevarán a su lugar de almacenamiento en el patio de la planta terminando en este momento el proceso de fabricación.



Ilustración 112. Paquetes almacenados y etiquetados en el patio de stocks. Los bloques grises suelen disponerse sin palet de madera de un modo especial (con el uso de una horquilla diseñada al efecto), mientras que a los de color se les coloca un palet en la primera fila para evitar que las piezas se manchen.

Síntesis del proceso

A modo de exposición resumida, la dinámica en cuanto a los pasos que se siguen en la producción de los bloques de hormigón se reducen en:

1. Correcto suministro y almacenamiento de las materias primas.
2. En una mezcladora se introducen los áridos, el cemento, los aditivos (en caso de ser necesarios) y el agua.
3. El hormigón llega a la tolva de alimentación de la máquina a través de skip ó cinta transportadora y dentro de la máquina la cantidad justa de mezcla entra en el molde configurado según la/s pieza/s que se desee/n producir.

4. Con el molde ya lleno una enrasadera pasa por encima del molde para eliminar los excesos de mezcla que no han entrado en el molde, mientras este sigue vibrando.

5. El pisón de compactado y desmoldeo, con una zapata afín a las características de la/s pieza/s fabricada/s baja y comprime la masa, lo que junto con el vibrado continuo consigue un buen compactado, hasta una altura ajustada mediante topes regulables.

6. Una vez compactada/s la/s pieza/s el molde deja de vibrar y el pisón desciende en un movimiento solidario con la bandeja, empujando a la/s pieza/s para desmoldarla/s, al tiempo que la bandeja de acero situada bajo el molde baja con los bloques frescos.

Este es el paso que más influye y condiciona las posibilidades de diseño de las piezas, puesto que este desmoldado se realiza siempre por deslizamiento vertical, similar a un proceso de extrusión.

7. Las bandejas con la/s pieza/s recién hecha/s pasan mecánicamente a las estanterías y estas a las cámaras de curado. El proceso de curado puede favorecerse por diferentes métodos (como el uso de vapor), aunque para el caso que nos ocupa no resultan relevantes.

8. El bloque se deja en las cámaras de 48 a 72 horas, dependiendo de la temperatura ambiente y de la humedad. El bloque que vaya a ser esplitado siempre estará más tiempo para conseguir una rotura adecuada, para lo que necesitará un mínimo de 72 horas.

9. Una vez el bloque está curado, se sacan las estanterías de la cámara y las bandejas pasan mecánicamente a un separador, que manda a estas últimas a la máquina prensa para repetir el proceso, en un circuito cerrado.

10. Los bloques pasan a la cubadora que realiza el paletizado, o a la esplitadora previamente si se busca un acabado split.

11. Los paquetes se distribuyen en un patio de stock, según sus características, mientras esperan a ser colocados en obra.

Como se puede apreciar de todo lo expuesto, el proceso de fabricación del bloque es un proceso en circuito cerrado y en línea, suponiendo la parada en cualquiera de los pasos del proceso un paro en la fabricación.

Con una instalación y un proceso como el aquí expuesto, y considerando una jornada de 8 horas, de las cuales 7 serían de fabricación y 1 de limpieza y mantenimiento, se obtiene una capacidad productiva de hasta 3.000 ciclos al día. Al mismo tiempo, y teniendo en cuenta que por cada bandeja se pueden obtener 2 bloques de 25 cm, 3 bloques de 20 cm, 4 bloques de 15 cm, 5 bloques de 12 cm, ó 6 bloques de 10 cm, se obtiene una producción diaria de entre 6.000 y 18.000 bloques, por turno de 8 horas.

Por otra parte, dado que las piezas deben reposar en las cámaras de curado un mínimo de 48 horas, sería necesaria una capacidad acumulativa de 9.000 bandejas en las cámaras. El hecho de trabajar a dos turnos no sólo implicaría pues el incremento de personal, si no que la instalación deberá contar además con una capacidad en sus cámaras de al menos 14.500 bandejas.

2.2. PRINCIPALES CONDICIONANTES DE LA MAQUINARIA

Partiendo de un hormigón adecuado u óptimo para la fabricación, y teniendo en cuenta todo lo anterior, resulta evidente que el condicionante mayor lo compone el conjunto del molde y lo que en él ocurre durante la fabricación, por lo que convendrá detenerse en su análisis.

Como ya se ha descrito, el molde está compuesto de dos partes principales, bastidor y pisón, cada una de ellas con piezas de desgaste intercambiables que configuran las unidades de bloques que se van a fabricar.

El bastidor del molde permite el acople de las diferentes piezas que configuran los bloques a fabricar, tales como placas lisas de división (para definir las unidades por bandeja), cabezales para hacer cabezas lisas o ranuradas, cuchillas para marcar la rotura split, corazones,... etc.



Ilustración 113. Diferentes moldes preparados [izquierda]. Molde sin pisón, configurado para producir dos bloques de 15 cm con una cara split (cabezas ranuradas estándar) y una columna con al menos dos caras split opuestas [derecha].

Los corazones definen los huecos de las unidades fabricadas. Están formados por chapa gruesa de acero, quedando suspendidos de los puentes, a los que permanecen soldados. Estos corazones son huecos y abiertos por la parte inferior, ocultando en su interior unas barras macizas de acero con un muelle concéntrico. Estas barras interiores con muelles concéntricos coinciden con una abertura en la parte superior del corazón, conformando los "ventiladores", que facilitan la entrada de aire en los

huecos del bloque fresco durante el desmoldeo, al tiempo que impiden el llenado de los corazones durante el llenado del molde.



Ilustración 114. Diferentes corazones en el taller de fabricación y mantenimiento.

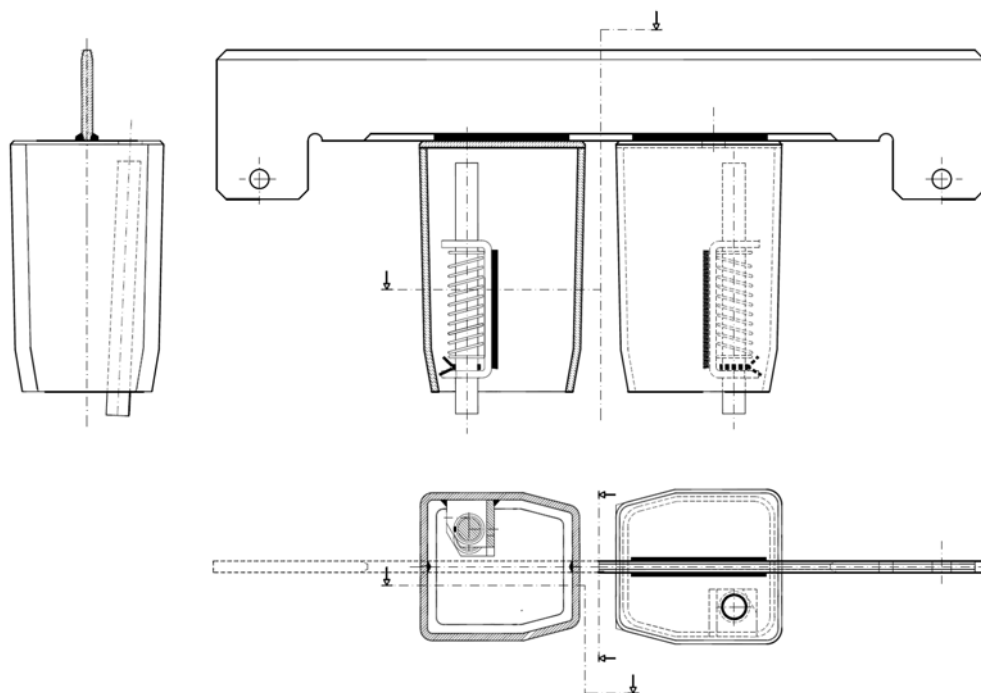


Ilustración 115. Detalle de puente y corazones, pieza del molde que conforma los alveolos del bloque. Sección con vista de barras y muelles interiores. Se aprecia la conicidad producida en los huecos del bloque resultante.

La razón de ser de estas barras interiores y de la conicidad de los corazones, se encuentra en lo que ocurre en el momento en el que empieza el desmoldeo, ya que en dicho momento se produce un fenómeno de vacío que, si no se evita, puede ocasionar la destrucción del bloque fresco. Para evitarlo se realiza un agujero en la parte superior del corazón, lo que facilita la entrada de aire y por tanto elimina la aparición del vacío. Sin embargo, si este agujero no se taponase acabaría llenándose de hormigón, originando así la inutilización de la barra maciza y el muelle concéntrico, que hace que se abra y cierre el agujero, según la

posición del molde. La geometría cónica del corazón es por tanto responsable de que el bloque tenga una sección variable apreciable únicamente por el interior de la pieza, que al mismo tiempo cumple dos funciones, una es la de minimizar la aparición del fenómeno de vacío facilitando el desmoldeo, y otra es la de facilitar la manipulación del bloque durante su puesta en obra proporcionando un mejor agarre.

Cabe destacar la importancia de la magnitud del vibrado, generado por dos masas excéntricas de varios kilos de peso que giran a alta velocidad (1.400 rpm movidas por motores de 10 cv) en sentido contrario y siempre hacia el interior del molde, con una puesta en marcha y parada instantáneas, lo que obliga a la gran robustez que tienen que tener de estos moldes, así como la imposibilidad de incluir en ellos ningún tipo de sistema delicado.

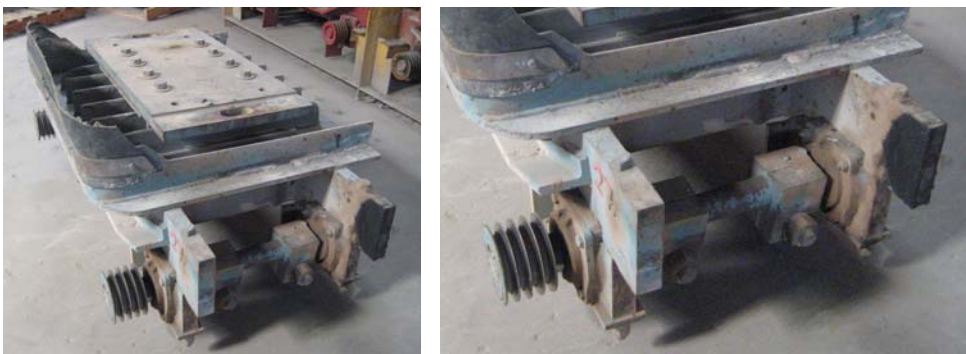


Ilustración 116. Detalle de uno de los ejes vibradores del molde, se precian las masas excéntricas de acero macizo y la polea en uno de sus extremos.

Por otra parte no hay que olvidar el rango de dimensiones máximas y mínimas de cada molde, que viene fijado por las características de la maquinaria empleada. Sin embargo para el desarrollo de la pieza buscada, este parámetro no afecta, puesto que la pieza desarrollada debe basarse en una pieza estándar que pueda utilizarse en la ejecución de un paramento de bloque de hormigón estándar.

2.2.1. EL DESMOLDEO

Tal y como se ha descrito, el momento en el que las piezas son retiradas del molde es el que más influye y condiciona las posibilidades de diseño de las piezas, puesto que durante este desmoldeo se realiza un deslizamiento vertical entre las piezas frescas recién hechas y el molde de acero.

De todo lo expuesto se deduce que toda pieza diseñada debe ser posible de desmoldar, por lo que no puede tener ningún impedimento geométrico que impida el deslizamiento vertical descrito entre molde y pieza



Ilustración 117. Molde con pisón en la posición elevada previa al compactado [izquierda]. Molde con pisón en la posición final de desmoldado [derecha].

2.2.2. EL LLENADO Y COMPACTADO

Durante la entrada del material en el molde se produce el inicio de la vibración que optimiza el proceso de llenado. Con el molde ya lleno una enrasadera pasa por encima del molde para eliminar los excesos de mezcla que no han entrado en el molde, mientras este sigue vibrando. Una zapata afín a las características de las unidades fabricadas van unidas a un pisón que baja y comprime la masa, lo que junto con el vibrado continuo consigue un buen compactado, hasta la altura fijada.

Para impedir el colapso del bloque fresco recién salido del molde, la consistencia del hormigón empleado debe ser muy seca, aunque esta consistencia dificulta en cierto modo el llenado del molde, siendo este otro factor importante a tener en cuenta a la hora de diseñar una nueva pieza, pues de producirse un llenado insuficiente las piezas resultantes podrían salir incompletas y/o tendrían una resistencia menor a la esperada.

Al mismo tiempo, la consistencia seca dificulta en cierta medida el compactado uniforme del molde durante el apisonado, pudiendo aparecer zonas con un reparto de hormigón no homogéneo. Como consecuencia de un llenado irregular del molde, o de la existencia de elementos o trabas que puedan generar la aparición de estas zonas, puede darse el caso de que tras una aparentemente correcta compactación, se produzca un colapso de la pieza por una acumulación localizada de tensiones debidas al exceso de presión.

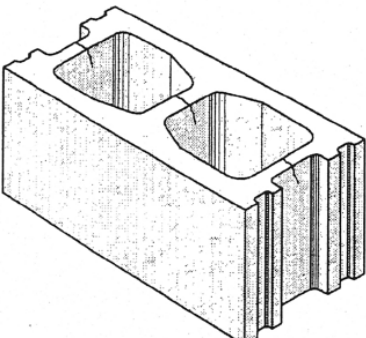
Por el propio proceso de fabricación y por el tipo de hormigón necesario para obtener la resistencia mínima requerida, y un buen acabado superficial, la anchura o espesor de las paredes y tabiquillos del bloque no puede ser inferior a 1,5 veces el tamaño máximo del árido. Según esto para un árido de 0-6 mm como el empleado, no se deben producir estrechamientos en el molde inferiores a 9 mm.

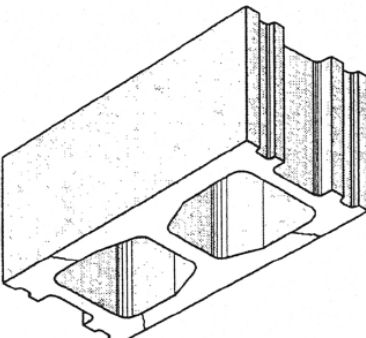
A tenor de lo anterior será necesario valorar la facilidad de llenado de todo el molde, así como la inexistencia de fuertes irregularidades o barreras que impidan el compactado uniforme.

2.3. OBTENCIÓN DE BLOQUES DEFECTUOSOS Y POSIBLES CAUSAS

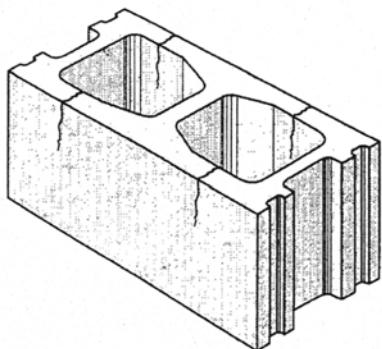
Dada la complejidad del funcionamiento de la máquina prensa, existe la posibilidad de que se produzcan desajustes en multitud de puntos, lo que daría lugar a bloques defectuosos. Atendiendo al tipo de defecto observado en estos bloques defectuosos es posible determinar las causas y por tanto los ajustes a comprobar en la máquina de fabricación.

Los defectos posibles y sus causas expuestos a continuación (extraídas del manual Besser), tendrán que ser tenidos en cuenta a la hora de proponer un nuevo diseño de bloque a fin de tratar de evitarlos, ya que para la fabricación de nuevas piezas será necesario realizar un nuevo molde obtenido a partir de un molde estándar modificado. Una vez conocidos los posibles problemas que se pueden presentar por desajustes en molde y máquina prensa se podrán estudiar para no reproducirlos en las modificaciones propuestas para el molde.

Rotura superior en los tabiquillos, puente de corazones

Comprobaciones necesarias
Verificar freno de los vibradores
Verificar velocidad de los vibradores
Buscar corazones sueltos
Verificar alineación de poleas de los vibradores
Verificar las guías de la bandejas, podrían estar enganchando la bandeja a la hora del desmoldeo
Verificar tiempos de alimentación y acabado
Buscar material dentro de los corazones
Verificar humedad de la mezcla

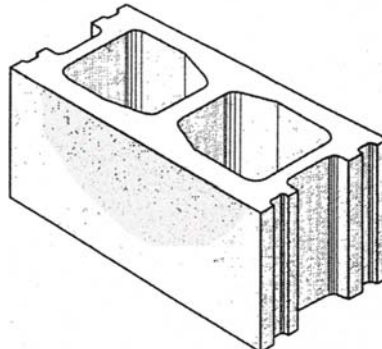
Roturas en la base del bloque

Comprobaciones necesarias
Verificar firmeza de los corazones
Buscar corazones torcidos
Verificar nivel del molde
Verificar gomas, las bandejas pueden estarse moviendo durante el tiempo de acabado
Verificar guías de las bandejas
Verificar barras de los corazones
Verificar frenos de los vibradores
Buscar material entre bandeja y las gomas
Verificar alineación entre cabeza y el marco receptor de bandejas

Fisuras en las caras

**Comprobaciones necesarias**

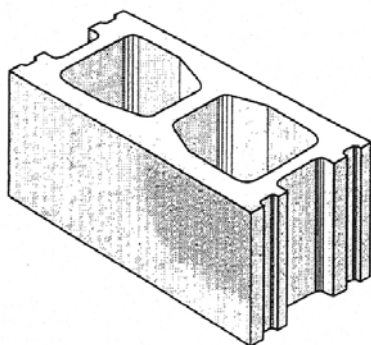
Verificar alineación de cabezales
 Verificar alineación y apriete de corazones
 Verificar contenido de humedad de la mezcla
 Verificar las guías del marco receptor de bandejas en el eje de deslizamiento
 Incrementar tiempo de retraso
 Verificar amortiguadores
 Verificar gomas del marco receptor de bandejas
 Verificar aditivos
 Verificar freno de los vibradores
 Verificar que el rodillo del eje de movimiento siempre toque la leva

Media luna en la cara

**Comprobaciones necesarias**

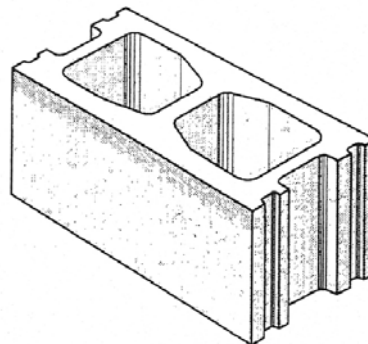
Posible placa de división suelta
 Verificar gomas del receptor de bandejas
 Verificar cinta frontal
 Verificar los rodamientos de los vibradores
 Verificar gomas del receptor de bandejas
 Verificar conjunto del molde
 Verificar cantidad de aditivos

Área de la cara muy gruesa

**Comprobaciones necesarias**

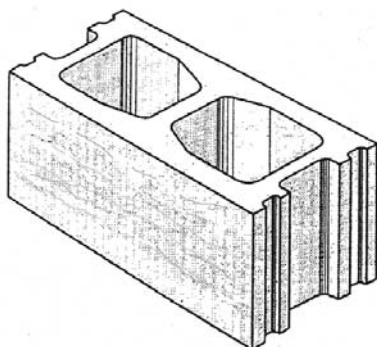
Verificar tolva por algún material pegado
 Verificar alineación de las poleas de los vibradores
 Verificar el centrado de los pesos vibradores
 Buscar partes sueltas del molde
 Buscar segregación de la mezcla
 Verificar velocidad de los vibradores

Borde superior de la cara muy fino

**Comprobaciones necesarias**

Verificar desgaste en alguna placa de división
 Verificar que las zapatas sobresalgan en la parte inferior del molde al desmoldeo
 Verificar alineación de zapatas
 Buscar una zapata floja
 Verificar nivel del receptor de bandejas
 Verificar humedad de la mezcla
 Verificar tiempo de acabado
 Verificar tiempo de alimentación
 Verificar mecanismo de auto alimentación

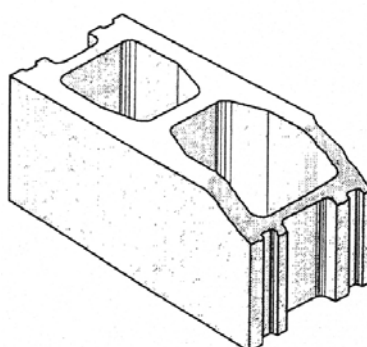
Laminación en la cara y fisuras horizontales



Comprobaciones necesarias

- Verificar las velocidades de los ejes vibradores (hasta 2 rpm uno del otro)
- Verificar contacto entre metal y metal (molde vibrado contra la garganta)
- Verificar alineación del molde
- Verificar que la caja de alimentación no está vibrando sobre el molde
- Verificar los rodamientos de los vibradores
- Verificar tiempo de retraso
- Verificar diseño de mezcla
- Posible placa de división suelta
- Falta de aditivo apropiado
- Desgastes en los ejes de deslizamiento
- Verificar frenos de vibradores

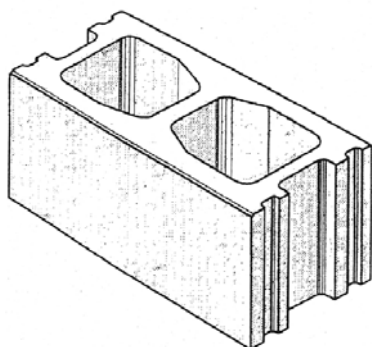
Frente del bloque sin llenar



Comprobaciones necesarias

- Verificar la compuerta de la tolva
- Verificar movimiento de la caja de alimentación
- Verificar agitador
- Verificar suciedad dentro del carro alimentador
- Mezcla muy húmeda

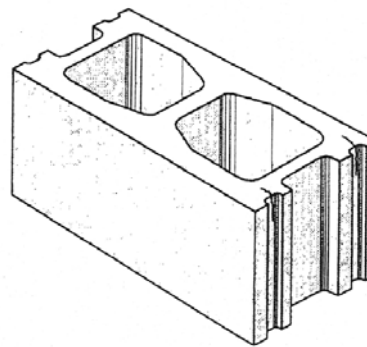
Mala terminación en el borde superior



Comprobaciones necesarias

- Verificar alineación de zapatas
- Verificar desgaste del molde
- Verificar la mezcla y mezclado
- Verificar ajuste del desmoldeo
- Verificar movimiento en el molde
- Buscar partes sueltas en el molde
- Verificar alineación en la cabeza
- Verificar vibración
- Verificar ajuste de los frenos de los vibradores
- Verificar aditivos

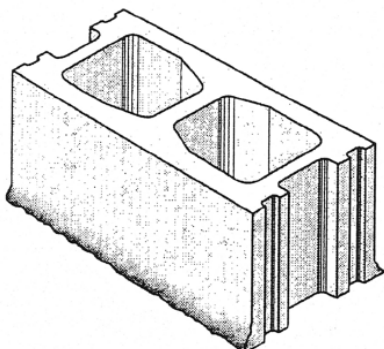
Rotura vertical en la cabeza



Comprobaciones necesarias

- Verificar frenos de los vibradores
- Buscar una placa lateral suelta o desgastada
- Verificar fijadores de bandejas
- Buscar partes sueltas en el molde
- Verificar ajuste del desmoldeo
- Verificar la humedad de la mezcla
- Comprobar la mezcla

Aplastamiento del fondo



Comprobaciones necesarias

Verificar apertura de los muelles

Verificar tiempo de retardo

Verificar alineación de cabeza

Verificar gomas del receptor de bandejas
Buscar material pegado en la parte baja del molde

Buscar suciedad en las bandejas

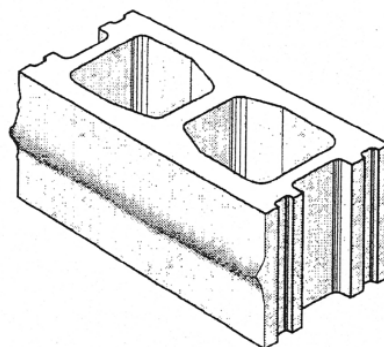
Verificar goma en la barra de corte

Verificar humedad de la mezcla (posiblemente seca)

Verificar compactación por aire (exceso de presión)

Verificar contacto entre bandeja y parte baja del molde

Asiento del bloque durante el desmoldeo



Comprobaciones necesarias

Incrementar tiempo de retardo de desmoldeo

Verificar apertura de los muelles

Verificar contenido de agua de la mezcla

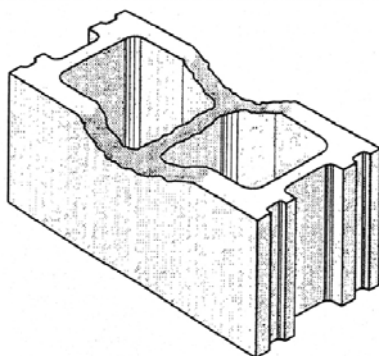
Tiempo de alimentación excesivo

Verificar frenos del vibrador

Verificar entrega de bandejas y sincronía

Verificar compactación por aire (exceso de presión)

Llenado del bloque deficiente



Comprobaciones necesarias

Verificar la parrilla del alimentador

Verificar el funcionamiento del agitador

Comprobar humedad de la mezcla

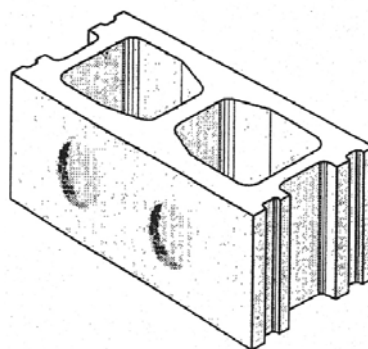
Verificar la autoalimentación

Verificar la compuerta de la tolva

Buscar piedras en la caja de alimentación

Verificar tiempo de alimentación

Las paredes exteriores se agujerean con el desmoldeo



Comprobaciones necesarias

Verificar los ventiladores de los corazones

Mezcla muy húmeda

Verificar si hay desgaste en las placas de división

Verificar si hay un corazón suelto

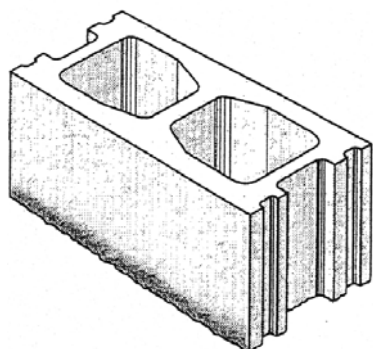
Verificar velocidad de desmoldeo

Verificar aditivos

Buscar áridos congelados

Verificar muelles de los ventiladores

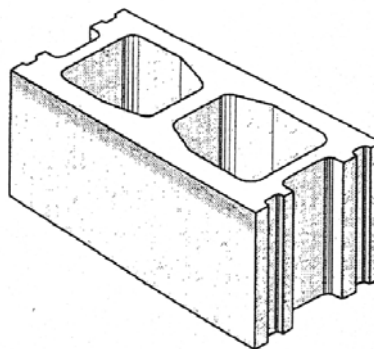
Textura gruesa en la parte inferior del bloque



Comprobaciones necesarias

- Verificar las gomas del recibidor de bandejas
- Verificar si la bandeja se mueve en el tiempo de acabado
- Verificar los pesos de los vibradores
- Verificar el molde por piezas sueltas
- Verificar alineación de las zapatas
- Verificar si hay segregación
- Buscar material pegado en las bandejas o en el molde
- Buscar fugas de material por el corazón
- Verificar humedad de la mezcla
- Verificar la rotación de los vibradores
- Verificar el contacto entre bandeja y molde

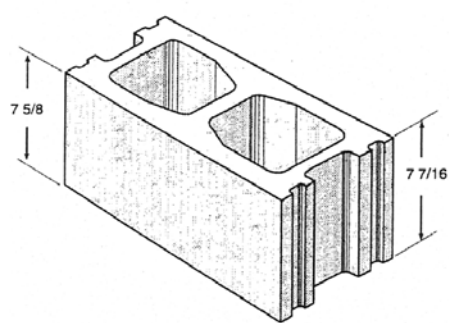
Fisuras en la parte superior del bloque



Comprobaciones necesarias

- Verificar la apertura de los muelles en el desmoldeo
- Verificar que las zapatas salen por el fondo del molde
- Verificar ajuste del desmoldeo
- Verificar desgaste en las placas de división
- Verificar fijación de las zapatas
- Verificar humedad de la mezcla
- Verificar los frenos de los vibradores
- Verificar el rodillo del eje de movimiento, debe tocar siempre la leva

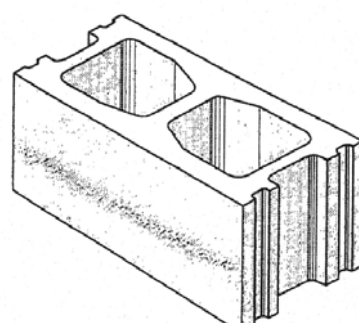
Altura del bloque diferente



Comprobaciones necesarias

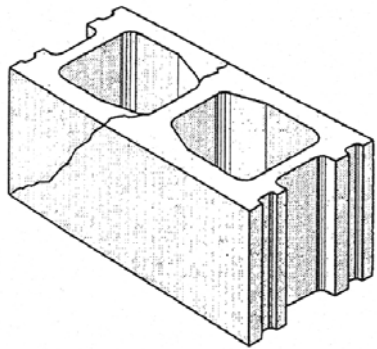
- Verificar el nivel del recibidor de bandejas
- Verificar la alineación de las zapatas respecto al recibidor de bandejas
- Verificar nivel de las zapatas
- Verificar la dimensión del molde
- Posible zapata o pisón flojo
- Verificar parrilla del agitador
- Verificar tiempo de retardo

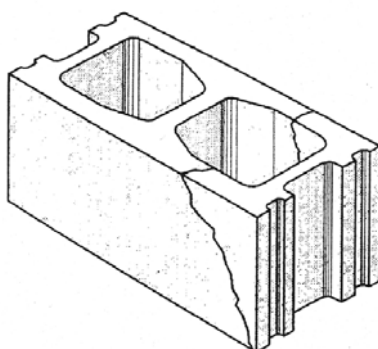
Abombamiento a media altura del bloque

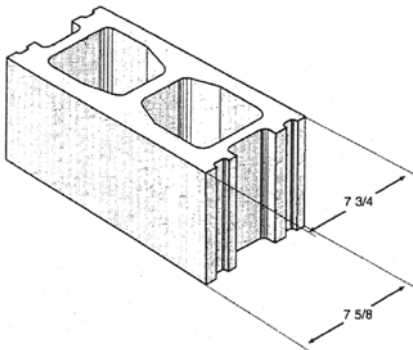


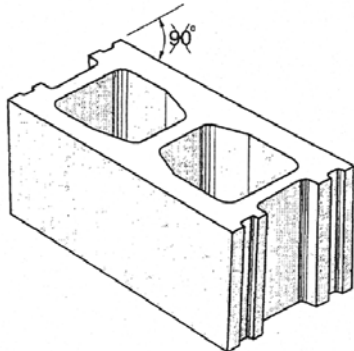
Comprobaciones necesarias

- Verificar velocidad de los vibradores
- Verificar el grueso de la mezcla
- Verificar el tiempo de alimentación
- Verificar el mezcla, podría estar húmeda
- Verificar autoalimentación
- Posible segregación de la mezcla
- Verificar el funcionamiento del vibrador

Rotura en diagonal en la parte trasera del bloque

Comprobaciones necesarias
Retardo en el depósito de la bandeja
Verificar si el elevador golpea el bessermatic
Verificar si la bandeja se entrega correctamente sobre la cinta frontal
Buscar corazones o pisonos sueltos
Verificar la mezcla
Verificar los pesos de los vibradores
Verificar los frenos de los vibradores
Comprobar que el rodillo del eje siempre toca la leva

Rotura en diagonal en la parte frontal del bloque

Comprobaciones necesarias
Verificar si la bandeja golpea fuertemente en los muelles
Verificar si el elevador golpea el bessermatic
Verificar si la bandeja se entrega correctamente sobre la cinta frontal
Buscar corazones o pisonos sueltos
Verificar la mezcla
Verificar los pesos de los vibradores
Verificar los frenos de los vibradores
Comprobar que el rodillo del eje siempre toca la leva

Espesor del bloque diferente

Comprobaciones necesarias
Verificar el transporte hasta las cámaras de curado
Verificar la entrega del bloque en la máquina
Verificar ajuste del desmoldeo
Verificar desgaste del molde
Verificar ciclo de curado
Verificar aditivos

Caras del bloque no ortogonales

Comprobaciones necesarias
Verificar desgaste del molde
Verificar la entrega del bloque en la máquina
Verificar ciclo de curado

3. DISEÑO DE UN BLOQUE TÉCNICO ESPECIAL

Teniendo en cuenta los condicionantes que presenta el proceso de fabricación de un bloque de hormigón y la práctica común actual empleada para la incorporación de las instalaciones consistentes en cableados tales como electricidad e iluminación, telefonía, datos o señales de televisión, en la fábrica de bloque de hormigón, se puede tratar de desarrollar una pieza especial, un bloque técnico que cumpla la triple función ya expuesta anteriormente:

- Facilitar la integración de la instalación durante el proceso de ejecución de la fábrica.
- Facilitar la apertura de huecos para colocar las cajas empotradas destinadas a alojar los mecanismos en el paramento levantado con fábrica vista.
- Facilitar el aumento de la instalación.
- Capacidad de incluirse en el desarrollo de la fábrica, sin afectar a sus funciones principales de utilidad, firmeza y aspecto.

Como punto de partida para diseñar cualquier pieza especial, será necesario decidir el tipo de pieza que se toma como base para el nuevo diseño. El factor decisivo a la hora de elegir será el volumen de producción y puesta en obra, por lo que serán las piezas estándar de bloque hueco de áridos densos, y en concreto las más habituales (con 8.000 millones de unidades producidas anualmente en EE.UU.), de medidas 40x20x20 cm y 40x20x15 cm, (dimensiones nominales correspondientes a la serie A200, según la denominación establecida en la norma UNE 127771-3, complemento nacional a la UNE-EN 771-1, por ser la más empleada).

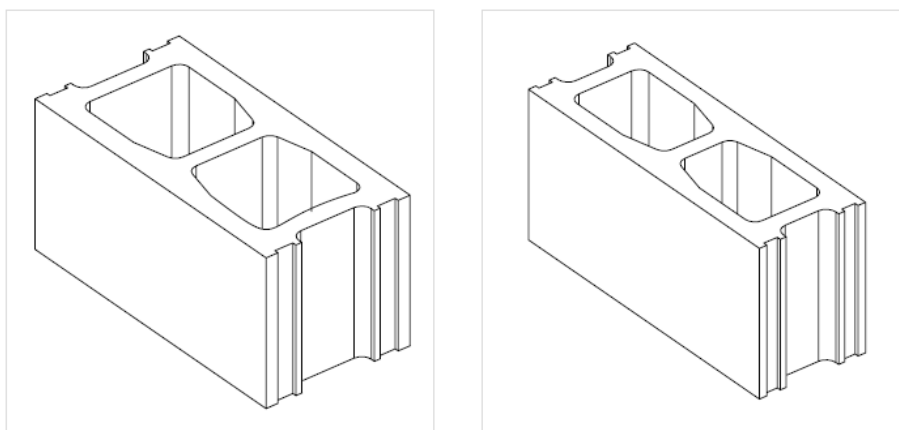


Ilustración 118. Piezas de fábrica estándar de 20 y 15 cm de espesor.

Del mismo modo será necesario considerar los elementos de la instalación que se integrarán en el interior de la fábrica, que serán principalmente las

canalizaciones protectoras de los conductores aislados y las cajas empotradas que alojarán los mecanismos. No se considerarán las cajas para registro y conexión general de la instalación puesto que proporcionalmente suelen disponerse en mucha menor cuantía y su tamaño suele exceder las dimensiones disponibles en un único hueco del bloque estándar, por lo que se mantendrá la práctica habitual de cortar las piezas mediante herramienta eléctrica de corte radial.



Ilustración 119. Tubo flexible protector de los conductores eléctricos, de materiales plásticos (PVC, poliamida,...etc.).

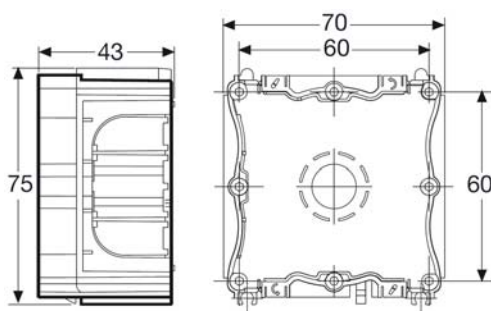


Ilustración 120. Caja de empotrar universal enlazable de material termoplástico. (Mercado europeo).

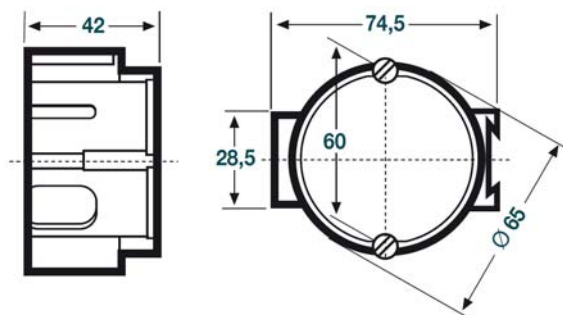


Ilustración 121. Caja de empotrar redonda enlazable de material termoplástico. (Mercado europeo).

Resulta evidente que la forma de las cajas de empotrar tendrá gran relevancia a la hora de definir el nuevo sistema, ya que tal como se expuso en la Parte 1.c de esta tesis, la práctica seguida actualmente para abrir los huecos en la fábrica es muy distinta. A modo de síntesis, podría decirse que el sistema seguido para abrir el hueco cuadrado es mediante sierra circular eléctrica durante el levantamiento de la fábrica, y mediante picado manual en el caso de la fábrica ya levantada (con los inconvenientes que ello conlleva); por otra parte con el empleo de cajas redondas se posibilita la apertura del hueco mediante taladro y broca de corona, tanto para fábrica en ejecución como ya ejecutada.

Cabe destacar que el mercado nacional español del bloque de hormigón es proporcionalmente muy inferior al de países como Estados Unidos, Canadá, México, Venezuela, región de Oriente Medio, y muchos otros lugares. En estas regiones el bloque de hormigón es uno de los principales materiales base de la construcción, mientras que en la región mediterránea y Europa es principalmente el ladrillo cerámico quien ocupa su lugar. En este sentido resultará interesante tener en cuenta la aplicabilidad del sistema desarrollado no sólo a nivel nacional, sino más bien a nivel internacional. Por este motivo se considerarán también las características de las cajas de empotrar estándar empleadas en el mercado americano, mientras que las conducciones protectoras se resuelven igualmente mediante tubos flexibles.

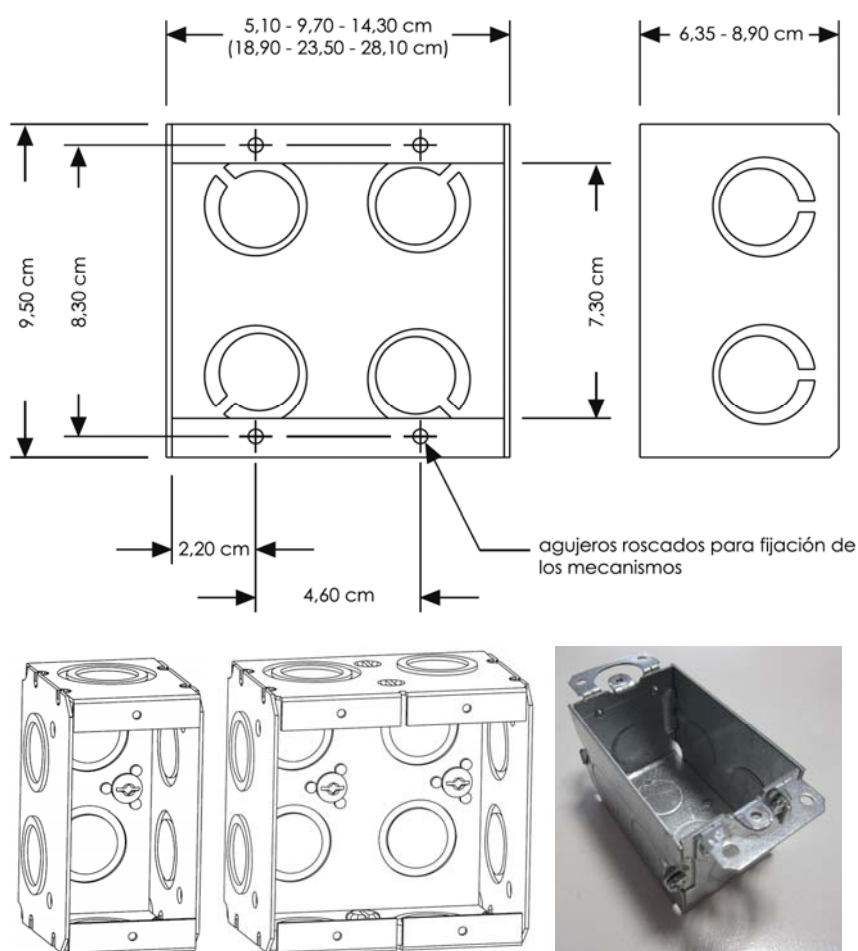


Ilustración 122. Caja de empotrar universal metálica. (Mercado americano).

A diferencia del sistema europeo, en el mercado americano las cajas empotradas en las fábricas son siempre rectangulares y metálicas, posibilitando la conexión de las mismas a la línea de seguridad de tierra, y los mecanismos a las cajas, simplificando las conexiones a realizar y el número de cables dentro de las cajas. Sin embargo estas cajas, aún siendo modulares, no son enlazables, presentándose en tamaños que abarcan de 1 a 6 mecanismos, lo que en cierto modo condiciona la previsión de la instalación.

3.1. DISEÑO INICIAL

El primer paso para conseguir la integración de la instalación eléctrica en la fábrica será facilitar el tendido de las líneas por su interior. La pieza estándar de bloque de hormigón tiene resuelto el tendido de las líneas trazadas en sentido vertical, a través de los huecos de la pieza, dado que por la colocación del aparejo tradicional estos huecos quedan alineados. Sin embargo el tendido de las líneas en sentido horizontal queda impedido puesto que los tabiques interiores del bloque cortan toda continuidad.

En este sentido la primera modificación propuesta será la de dar esa continuidad horizontal buscada, mediante una serie de rebajes en las tabiquillos interiores del bloque. Estos rebajes no son apreciables una vez haya sido ejecutada la fábrica, con lo que con el uso de estas piezas no se altera la apariencia del paramento.

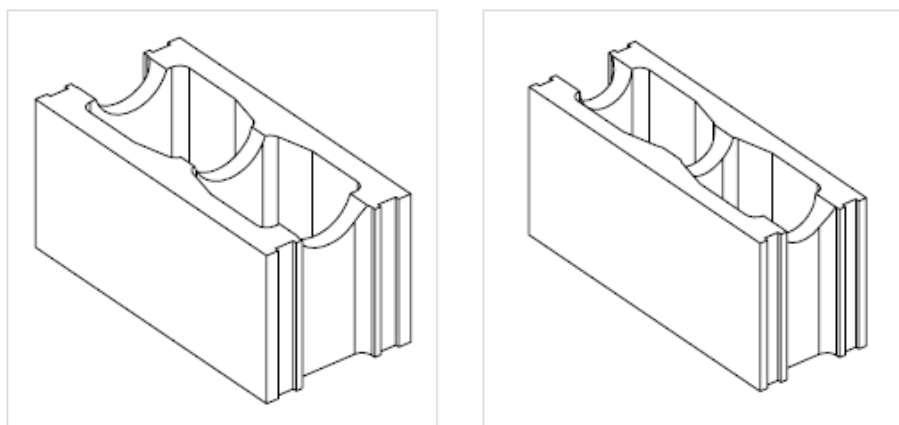


Ilustración 123. Rebajes en los tabiquillos interiores del bloque.

Con esta modificación realizada sobre la pieza estándar se consigue pues ejecutar el tendido de las líneas horizontales, actualmente imposible de realizar.

En este sentido la pieza especial tipo cargadero cumpliría perfectamente con la necesidad de facilitar el tendido de las líneas eléctricas horizontales, aunque por el contrario, con su uso se limita en gran medida el tendido de las líneas verticales habitualmente resuelto en la fábrica, teniendo que hacer este tendido vertical también durante el levantamiento de la fábrica. Además la falta de tabiquillos interiores restaría resistencia a la pieza, lo que perjudicaría notablemente al conjunto de la fábrica.

Las dimensiones de estos rebajes es tal que pueden dar cabida a una cantidad más que suficiente de tubos protectores, hasta un diámetro máximo de 32 mm. Esta dimensión máxima del tubo protector vendría únicamente condicionada por la profundidad del rebaje, establecida inicialmente en 35 mm, por considerarla equilibrada, a falta del desarrollo de las pruebas y ensayos posteriores.

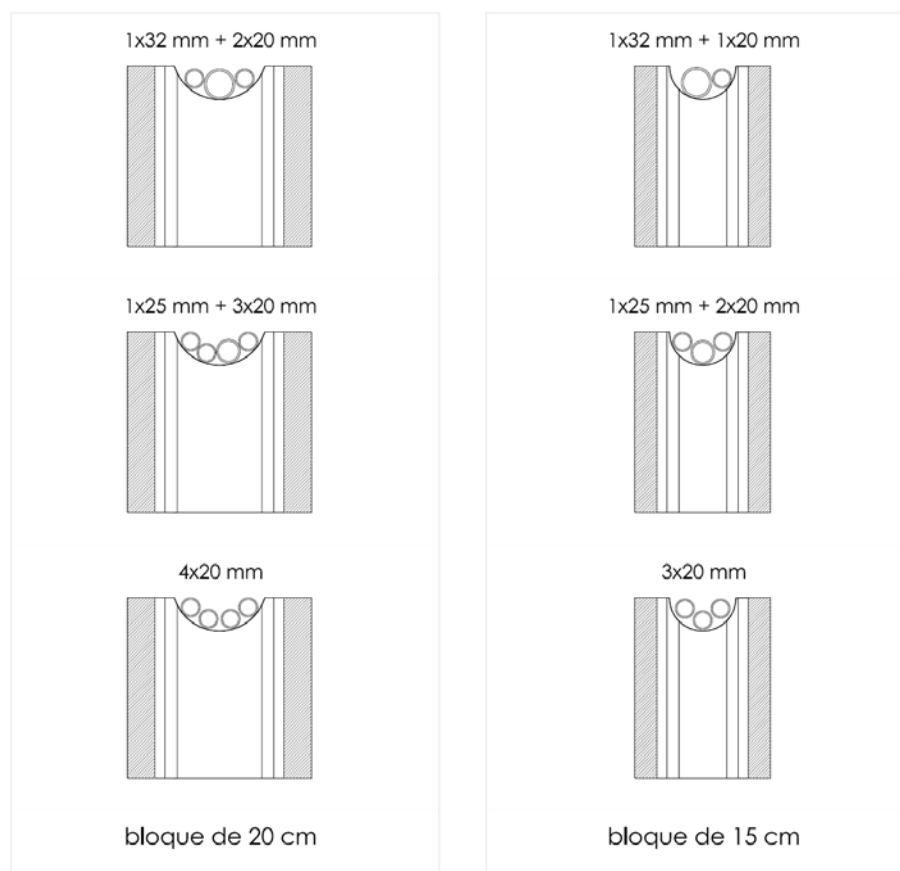


Ilustración 124. Cabida de canalización por tubo protector en los rebajes.

Los rebajes están diseñados de modo que sea posible dejar integrados los tubos protectores durante el levantamiento de la fábrica, y su dimensionado permite variedad de combinaciones tanto de tubos como de conductores, respetando en todo momento las instrucciones expuestas en la ITC-BT-21 del REBT2002 que lo regula.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	--
150	50	63	75	--	--
185	50	75	--	--	--
240	63	75	--	--	--

Tabla 15. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir (canalizaciones empotradas).
Extraído del REBT2002, ICT-BT-21, Tabla 5.

No se considera el uso de tubos protectores de diámetro inferior a 20 mm puesto que, cada vez, el tendido del cableado en los edificios aumenta, incluso tiempo después de su finalización es necesario suplementarlo con nuevos conductores, por lo que el uso de tubos menores dificultaría esta adición de nuevo cableado. Por otra parte, y en línea con lo anterior y atendiendo a los requisitos expuestos en la Tabla 15, el tubo de Ø 20 mm es el menor que permite el tendido de hasta 5 conductores de 1.5 mm² y 2.5 mm² juntos por su interior (siendo estos conductores los más frecuentes en las instalaciones interiores comunes).

Tubo protector Ø 20 mm (nº conductores x sección máxima)	Tubo protector Ø 25 mm (nº conductores x sección máxima)	Tubo protector Ø 32 mm (nº conductores x sección máxima)
5 x 2.5 mm ² 4 x 4 mm ² 3 x 4 mm ² 2 x 6 mm ² 1 x 16 mm ²	5 x 6 mm ² 4 x 6 mm ² 3 x 10 mm ² 2 x 16 mm ² 1 x 35 mm ²	5 x 10 mm ² 4 x 16 mm ² 3 x 16 mm ² 2 x 25 mm ² 1 x 70 mm ²

Tabla 16. Alojamiento máximo de conductores según tubo protector.

Con todo esto, obtenemos unas combinaciones de conductores muy holgadas en cuanto a la capacidad de suministro para un edificio de tamaño medio-grande. Sin embargo hay que tener en cuenta que en edificios de gran tamaño las líneas de secciones mayores a las presentadas suelen ejecutarse de manera vista en superficie, con lo que el sistema propuesto continuaría siendo aplicable en el edificio.

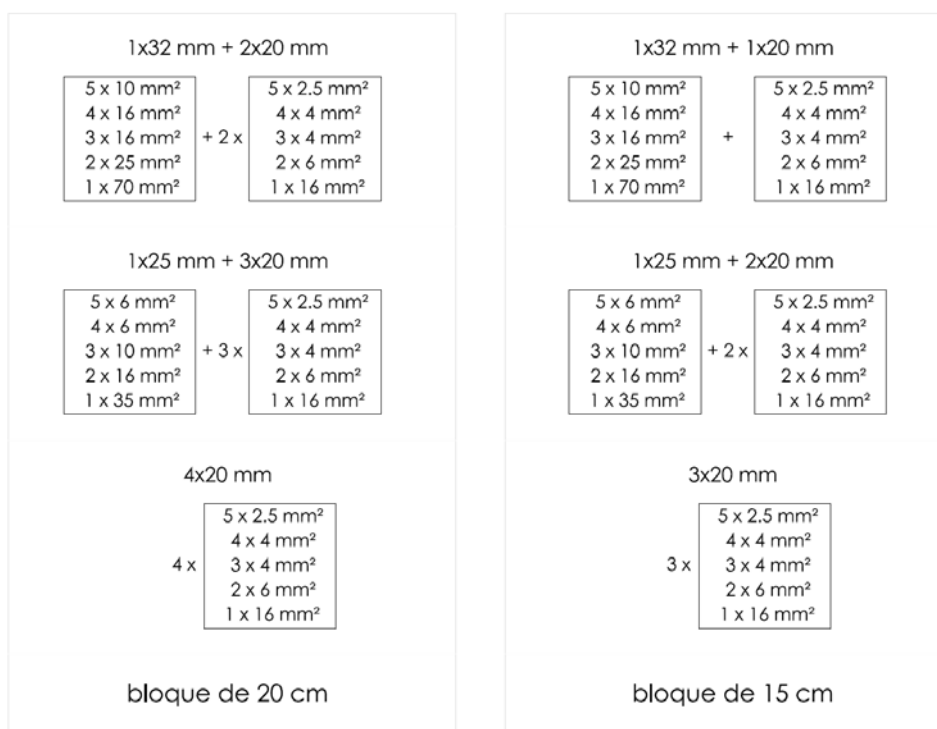


Ilustración 125. Combinaciones de alojamiento de conductores según tubos protectores.

Este rango de secciones manejadas, tanto para tubos protectores como para conductores, son más que suficientes a la hora de distribuir la energía eléctrica por el interior de los edificios más comunes.

A la hora de la puesta en obra y para la mayoría de los casos, debería ser suficiente con disponer dos hiladas con este bloque técnico, a lo largo de todo el edificio. Una primera correspondiente a la segunda hilada de la fábrica y una segunda correspondiente a la sexta hilada de la fábrica. El motivo de esta disposición viene dado por la colocación habitual de los mecanismos eléctricos empotrados, situando las tomas de corriente principalmente en la primera y los mecanismos de control en la segunda. Al mismo tiempo que se dispone la hilada siguiente se tienden las canalizaciones protectoras en los rebajes diseñados, con lo que el tendido horizontal es continuo por todo el edificio con independencia de la situación final de los mecanismos. Con este sistema los tubos quedan perfectamente alineados y fijos, evitando cruces y puntos conflictivos que pudieran dificultar la introducción posterior del cableado.

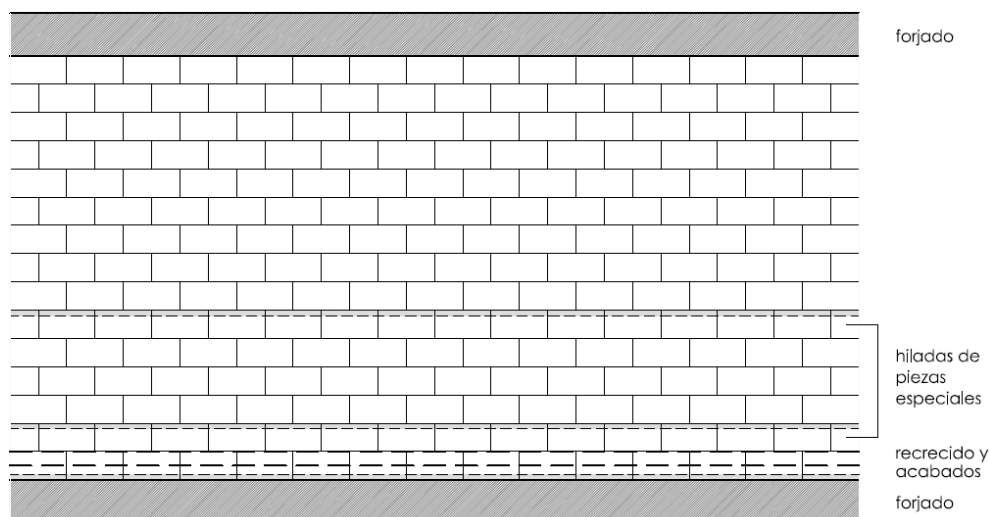


Ilustración 126. Disposición de 2 hiladas de piezas especiales.

Para obtener una conexión continua a lo largo de toda la longitud de los paramentos de fábrica habrá que colocar una serie de piezas especiales sobre los dinteles de los pasos y puertas.

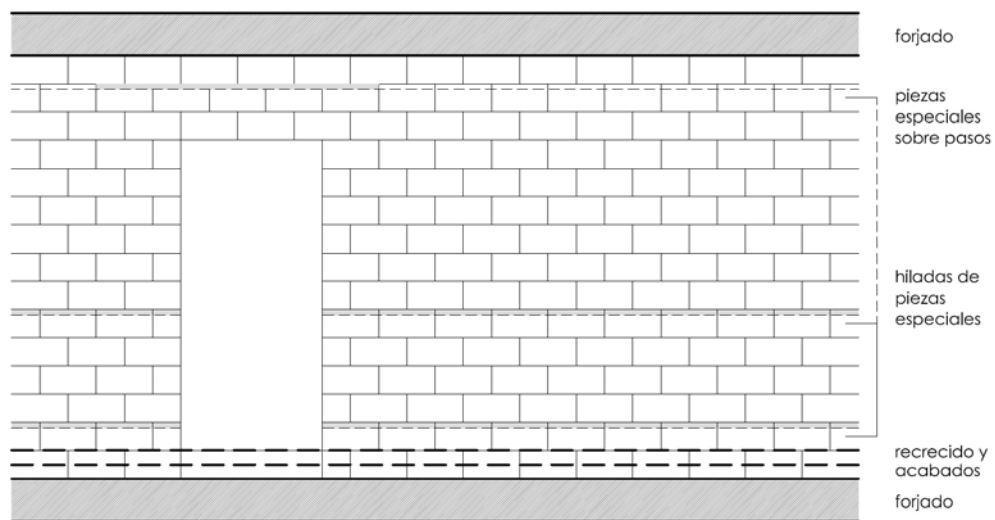


Ilustración 127. Disposición de 2 hiladas de piezas especiales y 1 más sobre dinteles de pasos y puertas.

Del mismo modo podría ser interesante disponer una hilada completa a una altura superior, por encima de los pasos y puertas, obteniendo así una línea ininterrumpida horizontal, de la que bajar las líneas hasta los puntos necesarios. Esta solución será especialmente recomendable en aquellos casos en los que no se proyecte un recrecido o suelo técnico en el que incluir determinadas conducciones.

Las opciones y posibilidades de diseño son múltiples, dependiendo únicamente ya del proyectista, quien podrá adaptar la solución a cada caso concreto.

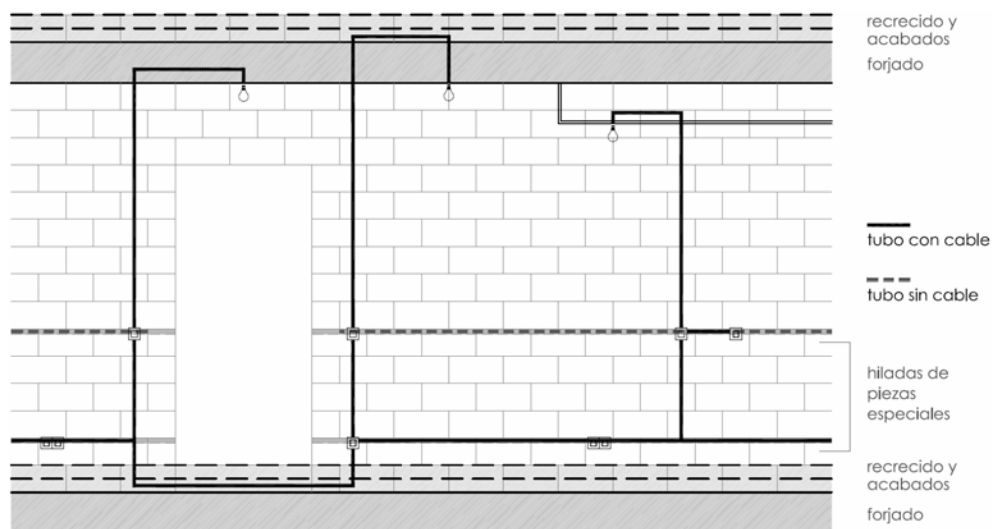


Ilustración 128. Ejemplo de posible esquema de tendido y distribución con 2 hiladas continuas de piezas especiales y aprovechamiento del recrecido.

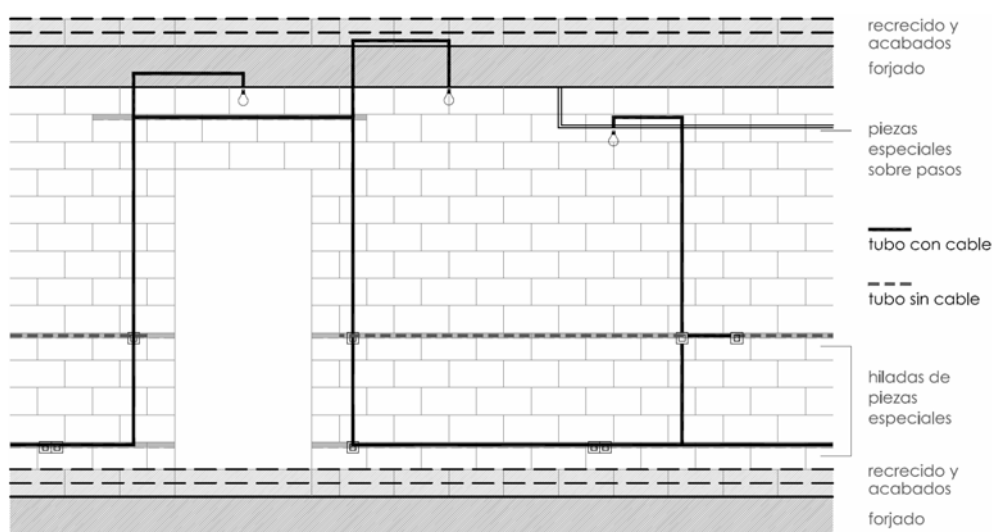


Ilustración 129. Ejemplo de posible esquema de tendido y distribución con 2 hiladas continuas de piezas especiales y tramos aislados sobre dinteles de pasos y puertas, sin necesidad de aprovechamiento del recrecido..

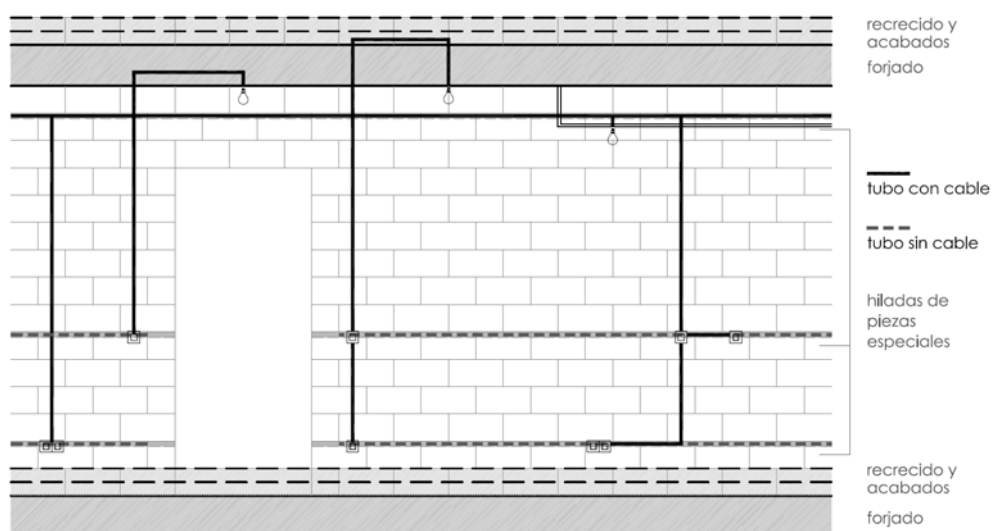


Ilustración 130. Ejemplo de posible esquema de tendido y distribución con 3 hiladas continuas de piezas especiales, sin necesidad de aprovechamiento del recrecido.

Una vez conseguida la integración del tendido de la instalación eléctrica en la fábrica de bloque (no sólo de las líneas verticales, sino ahora también de las horizontales), el segundo paso para conseguir la integración de la misma será el facilitar la colocación de los mecanismos, como tomas de corriente e interruptores. Estos mecanismos se ubican en el interior de cajas especiales para empotrar, Ilustración 120 e Ilustración 122, que son siempre de las mismas medidas universales para todos los fabricantes.

Para el desarrollo del sistema se estima oportuno centrarse en las cajas cuadradas, por ser mucho más empleadas, ya que las redondas ofrecen menos espacio y su enlazabilidad y comunicación interior son mucho peores.

Con el objeto de facilitar la apertura de los huecos correspondientes en la fábrica para colocar estas cajas empotradas, será necesario realizar otra modificación sobre el bloque estándar de hormigón. La modificación consistirá en un rehundido por la parte interior de la pared exterior del bloque, de tal modo que cuando sea necesario abrir el hueco, éste se abra fácilmente mediante unos golpes con un martillo una vez levantada la fábrica. Al tratarse de una rotura programada mediante el debilitamiento de la sección, se producirá de manera limpia, con lo que deben desaparecer los antiestéticos parches de mortero, frecuentes alrededor de los embellecedores de algunos mecanismos.

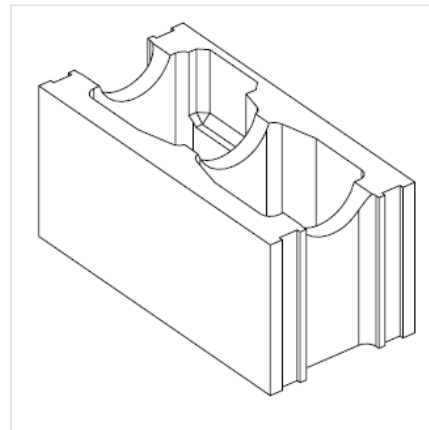
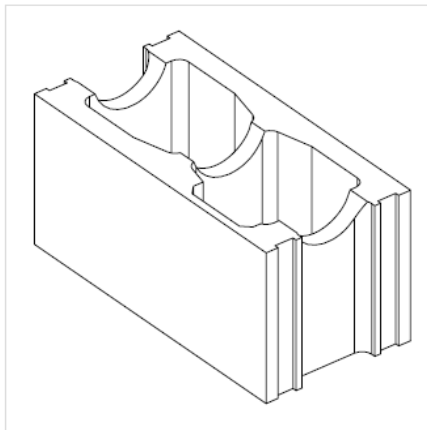


Ilustración 131. Rehundido en la pared exterior del bloque para la colocación de cajas empotradas.

Teniendo en cuenta que el espesor de las paredes debe ser al menos 1,5 veces superior al diámetro máximo del árido, y que los áridos mayores empleados normalmente para la fabricación del bloque son de 6 mm, el espesor mínimo de estos rebajes no deberá ser inferior a 9 mm.

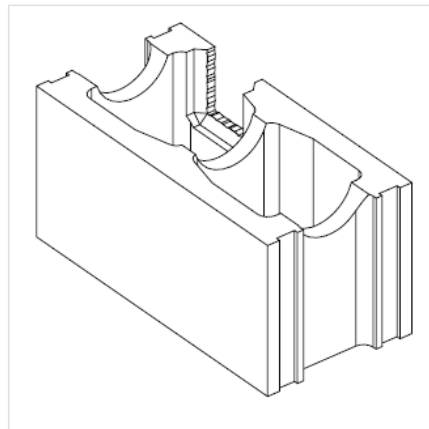
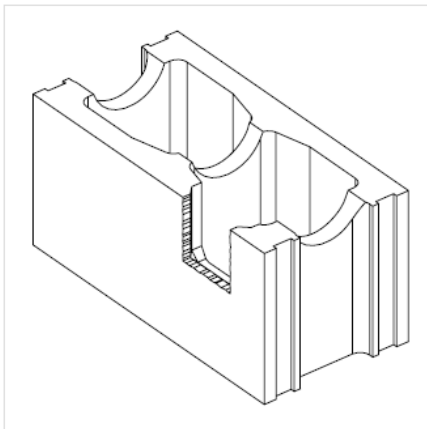


Ilustración 132. Apertura por rotura del hueco para caja de empotrar.

Dado que todas las piezas de la hilada son iguales, y dispuestas de la misma manera, el lugar del rehundido (y por tanto el lugar donde se deben efectuar los golpes) será siempre el mismo. Con esto no sólo se facilita la

ejecución, si no que se consigue una buena disposición de los mecanismos, bien alineados y ordenados.

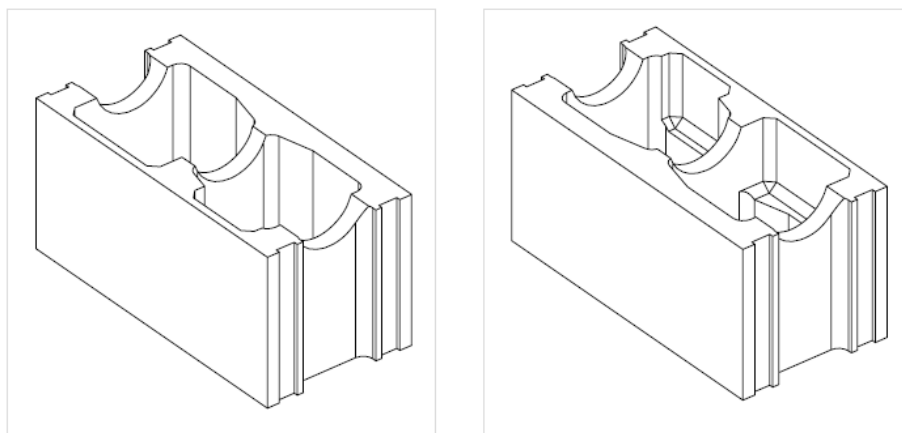


Ilustración 133. Rehundido para una y dos cajas enlazadas.

Gracias a este rehundido se consigue el hueco necesario para la colocación de una caja con comodidad, sin embargo en muchos casos es necesario colocar dos o más cajas, por este motivo se le realiza a la pieza otro rehundido mayor en el otro hueco del bloque, con una dimensión suficiente para dar cabida a dos cajas enlazadas con cierta holgura. De ser necesaria una tercera caja queda disponible el rehundido del hueco vecino, composición que podría ser útil por ejemplo para dos tomas de corriente y una para señal de antena, voz o datos. Además gracias al amplio abanico de posibilidades que ofrecen los fabricantes hoy día sería posible colocar hasta 6 elementos diferentes en la cara de un bloque.

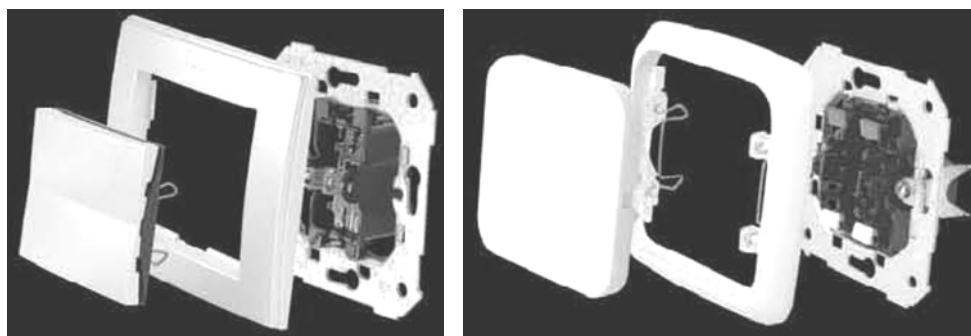


Ilustración 134. Despiece del conjunto: mecanismo + tapa + marco.

La dimensión de los huecos no sólo deberá ser suficiente como para posibilitar la colocación y fijación de la caja empotrada con cierta holgura, sino que al mismo tiempo deben ser menores que los marcos que cubren los mecanismos, teniendo en cuenta además la previsible irregularidad que se pudiera producir en la rotura del bloque en el momento de la apertura del hueco.

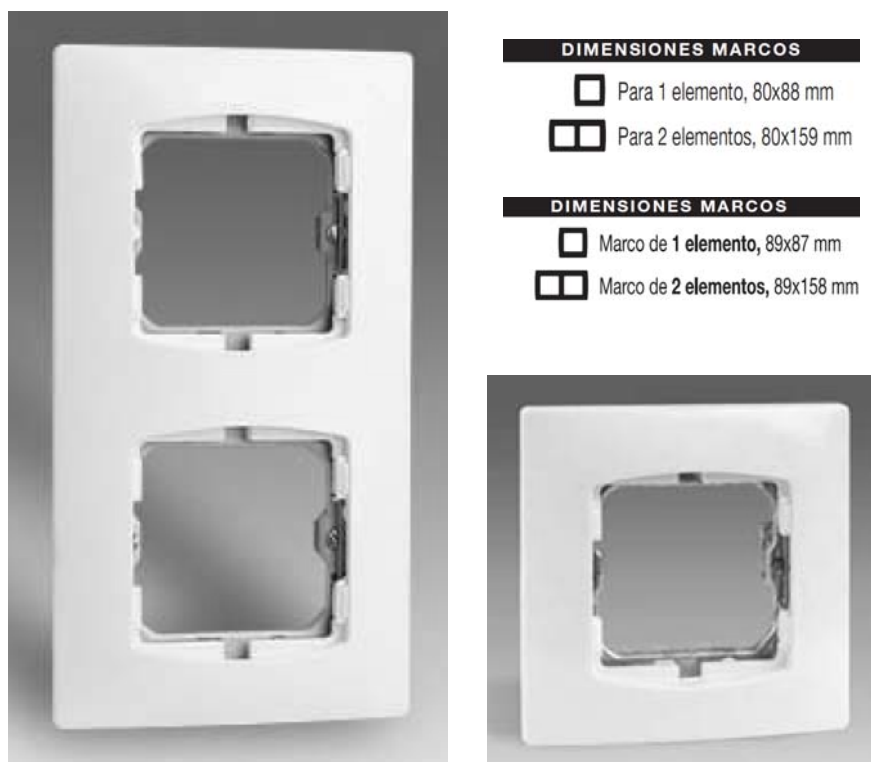


Ilustración 135. Ejemplos y dimensiones orientativas de los marcos (según fabricantes y modelos).

En el caso del mercado americano, las dimensiones se estudian de la misma manera, obteniendo huecos capaces de albergar cajas de 1,2 ó 3 elementos, a lo que se suma posibilidad de instalar dos mecanismos por elemento.

Finalmente y para dar la posibilidad de colocar mecanismos por ambas caras del paramento con el uso de esta pieza, se realizan estos rehundidos (sencillo y doble) en las dos paredes exteriores del bloque de manera doblemente simétrica.

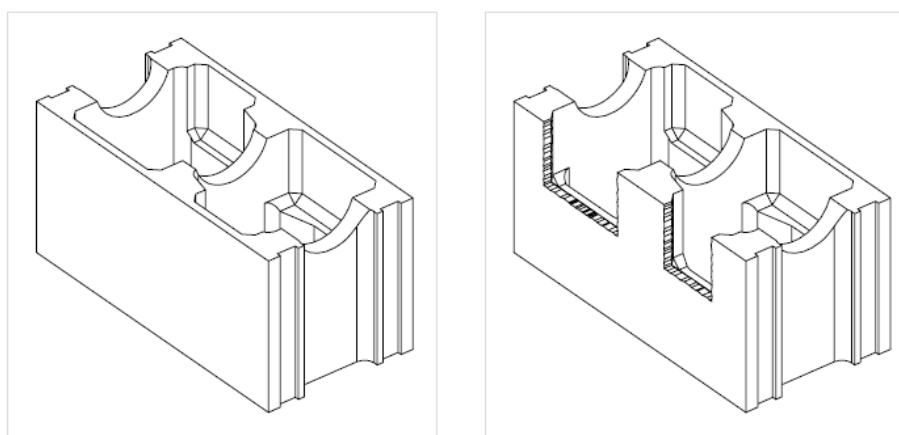


Ilustración 136. Pieza final, sin apertura de huecos y con apertura de huecos para mecanismos.

Con esta doble simetría se puede saber en qué lugar se sitúan los rehundidos, sin necesidad de hacer ninguna perforación previa en la fábrica:

- Rehundido para caja sencilla, en el centro del hueco derecho del bloque.
- Rehundido para caja doble, en el centro del hueco izquierdo del bloque.

De este modo, cuando se desee empotrar una caja en la fábrica ya ejecutada, con los tubos protectores tendidos por el interior, bastará con practicar unos golpes con martillo a unos 11 cm del borde derecho o izquierdo del bloque, en función del número de cajas a empotrar (1 ó 2).

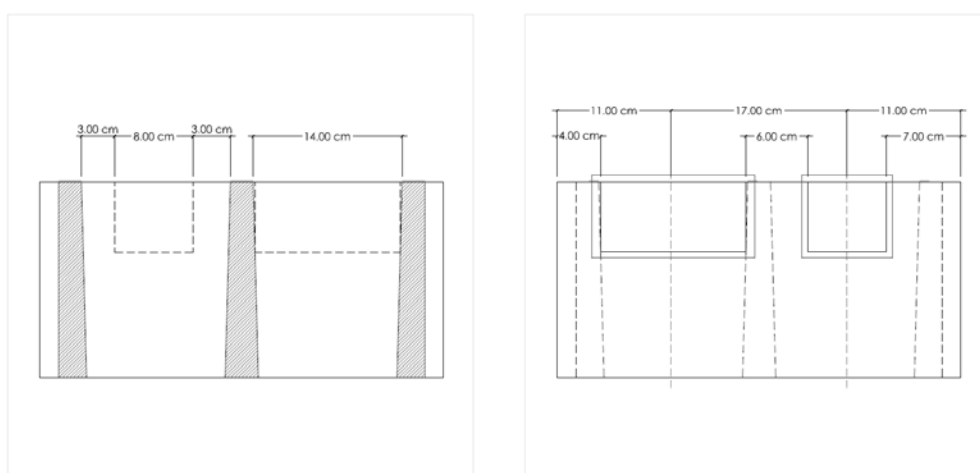


Ilustración 137. Situación de los huecos reservados para las cajas empotradas (mercado europeo).

Se entiende que con este nuevo diseño se alcanzan los objetivos marcados, ya que se facilita la integración del tendido de las líneas eléctricas durante el proceso de ejecución de la fábrica, se facilita la apertura de huecos para colocar las cajas empotradas destinadas a alojar los mecanismos eléctricos, y se incluye la instalación en el desarrollo de la fábrica, sin afectar a sus funciones principales de utilidad, firmeza y aspecto.

Con esta pieza se lograría pues la integración instalación eléctrica dentro de la fábrica de bloque, formando una unidad sin que exista interferencia en el cumplimiento de las funciones de cada elemento.

A pesar de todo, el proceso de diseño continuará, ya que esta idea presenta inconvenientes importantes, como la dificultad para conseguir un correcto llenado del molde y compactado en la zona inmediatamente inferior a los rehundidos de las paredes.

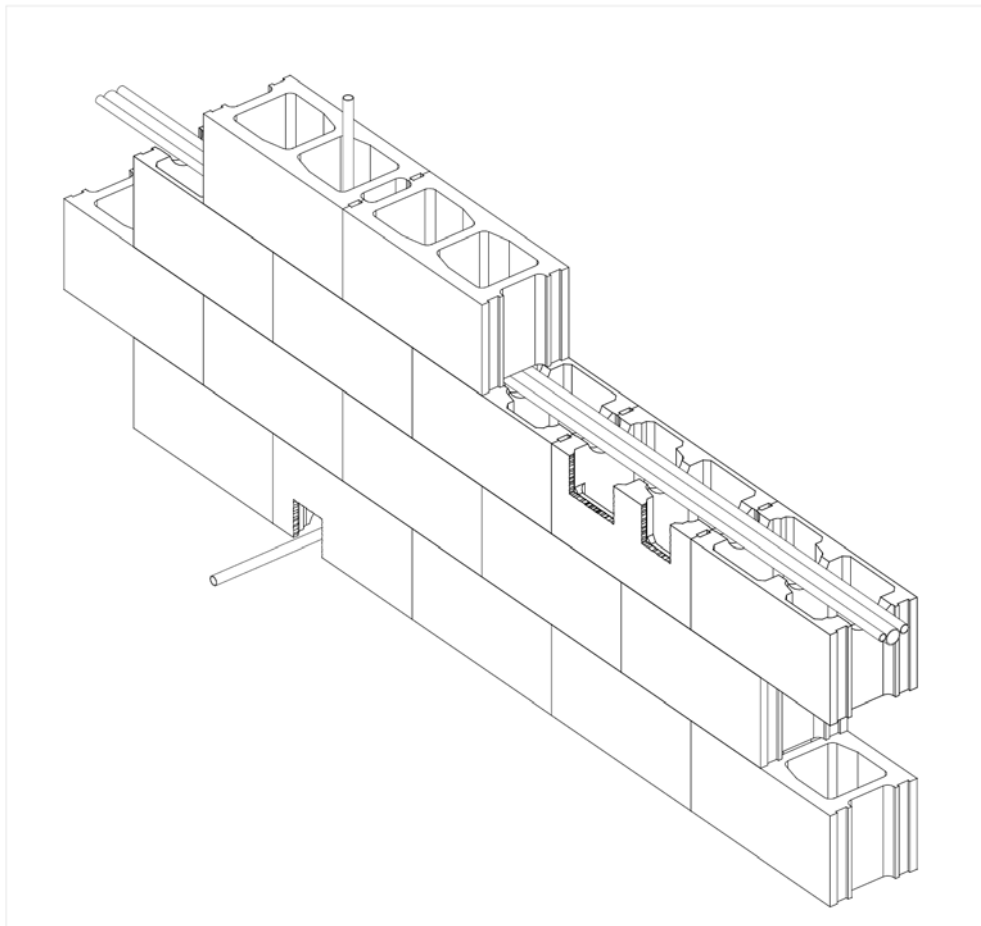


Ilustración 138. Esquema del sistema de integración total con la pieza desarrollada.

3.2. MODIFICACIÓN Y MEJORA DEL DISEÑO INICIAL

Durante el desarrollo de la investigación y el proceso de diseño, la primera pieza recién expuesta es rechazada ya que se pudo mejorar con otro/s diseño/s que facilitarían su fabricación, su puesta en obra y/o la posterior ejecución de la instalación eléctrica.

La modificación del diseño anterior consiste en sustituir los rebajes realizados en las paredes exteriores del bloque, por unos sencillos cortes que marquen el hueco necesario para colocar las cajas empotradas que alojen los mecanismos eléctricos. De este modo lo que se está proyectando es la rotura programada del bloque, para abrir fácilmente los huecos donde y cuando sea necesario. Estos cortes no deben ser totales, es decir, no deben atravesar totalmente las paredes del bloque, con el objeto de que la pieza sea exteriormente idéntica a la pieza estándar.

Con esta modificación del diseño desaparecerá el temor ante la posibilidad de un llenado defectuoso del molde, descrito en el apartado anterior.

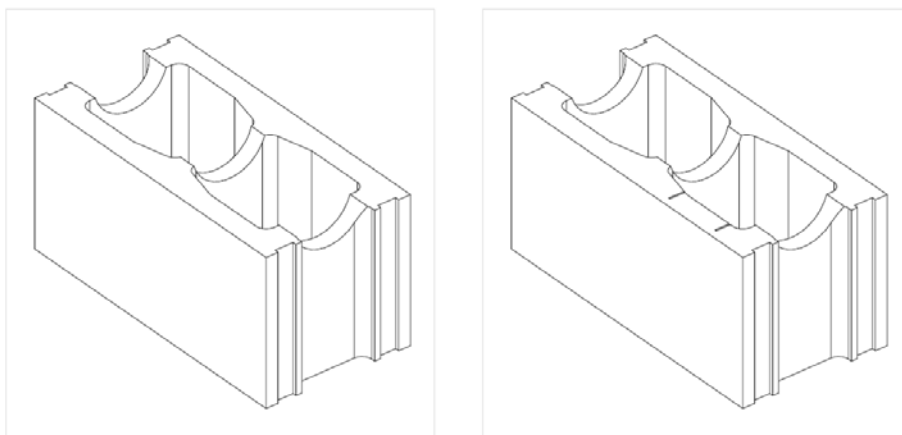


Ilustración 139. Pieza sin rebajes en los tabiquillos interiores [izquierda]. Cortes para rotura de 1 hueco sencillo [derecha].

La profundidad de estos nuevos cortes se determinará posteriormente mediante pruebas y ensayos, con los que se cuantificará la relación entre la profundidad y la forma de rotura al ser golpeados en el momento de practicar la apertura necesaria para alojar las cajas empotradas.

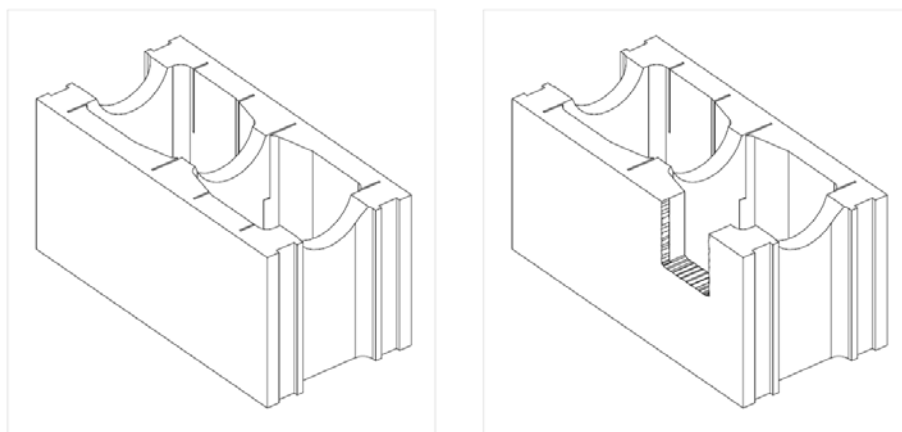


Ilustración 140. Cortes para rotura de los 4 huecos [izquierda]. Pieza final con un hueco abierto [derecha].

Al mismo tiempo con este segundo diseño se evita la posible traba que pudiera imponer determinada normativa al diseño anterior, tal como la norma UNE 41166-2 que, aunque actualmente anulada, establecía un espesor mínimo de 20 mm para tabiquillos y paredes para que un bloque de hormigón pueda emplearse con función estructural. Los cortes de esta nueva pieza se pueden considerar puntuales con lo que no se tendrán en cuenta en el cómputo del espesor de paredes, y por tanto esta segunda pieza si podría emplearse en muros estructurales, siempre y cuando se obtuviese la resistencia mínima requerida.

Del mismo modo, esta modificación mejora la resistencia de la pieza, tanto a compresión (por ofrecer una mayor superficie) como ante impactos laterales tales como taladros o martilleos. Sin embargo, teniendo en cuenta que la apertura del hueco sería precisamente mediante martilleo, podría

resultar interesante mantener cierta reducción puntual en la pared, aunque se trata de un factor que será tenido en cuenta posteriormente, en el caso de que se obtengan roturas demasiado irregulares en los ensayos a realizar.

La reducción de resistencia producida por la delgadez de las paredes, podría causar problemas en el caso de que se decidiese emplear cajas redondas (aun cuando el sistema facilite el uso de las cuadradas), puesto que el taladrado podría producir una apertura indeseada.

Por otra parte este nuevo diseño facilitará el llenado del molde durante el proceso de fabricación, eliminando la estrechez y el cambio de sección que se producía en la pared del diseño anterior.

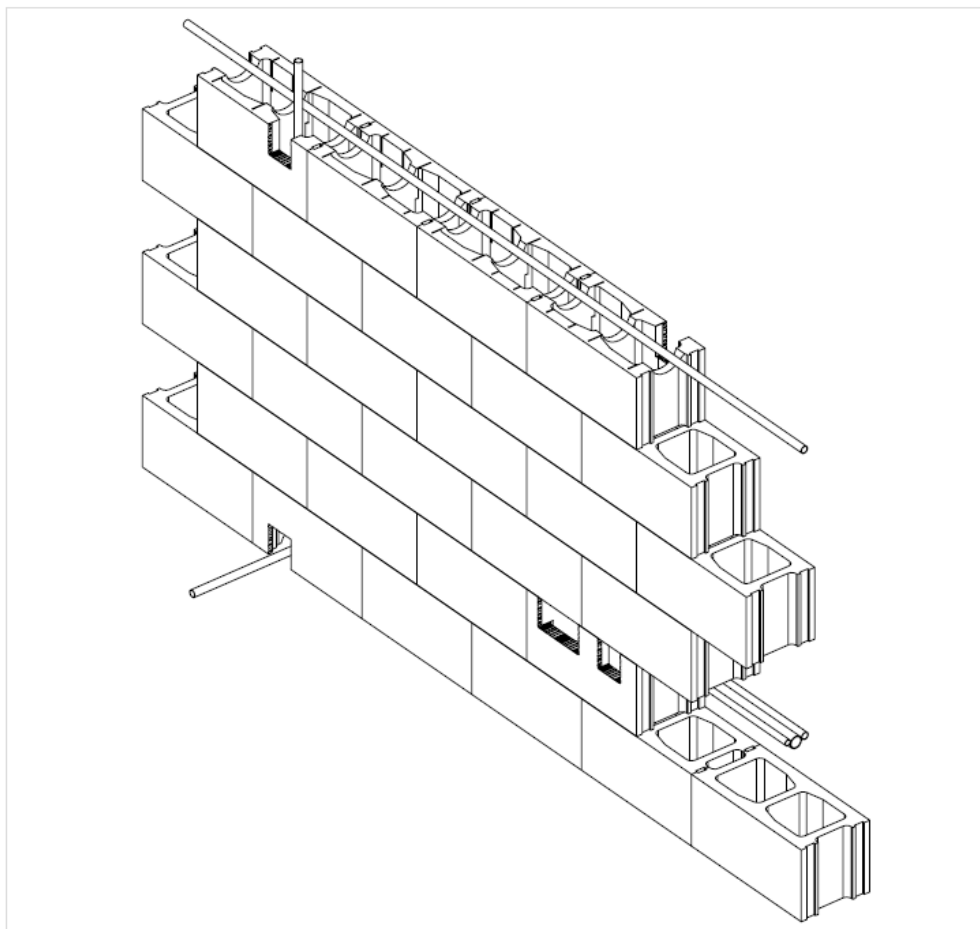


Ilustración 141. Sistema de integración total con la pieza desarrollada.

Este diseño no será el definitivo por seguir evolucionando durante el proceso continuo de investigación, aunque durante este proceso se llegase incluso a estudiar la viabilidad de la fabricación con la confección de un molde preliminar (descrito en el apartado 4.2.1. Preparación del molde).

3.3. SEGUNDA MODIFICACIÓN Y MEJORA DEL DISEÑO INICIAL

Evolucionando en el proceso de diseño y mejora de la pieza especial, se estudian nuevas alteraciones, tomando como válidas y continuando con aquellas propuestas que puedan suponer una mejora.

En este sentido, y tomando como idóneo el último sistema mediante cortes para la apertura de huecos, se plantea en este caso una nueva evolución para el caso de los rebajes destinados a alojar los tubos protectores de las líneas eléctricas horizontales.

La modificación propuesta consiste en el cambio de disposición de los rebajes realizados en los tabiquillos interiores. Originalmente la configuración de estos rebajes tenía la geometría de un amplio sector circular, recortado en la parte alta de los tabiquillos.

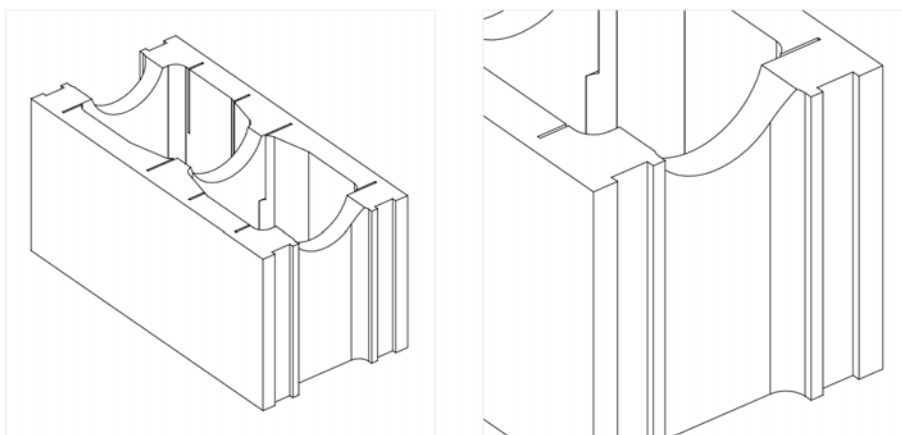


Ilustración 142. Rebajes previos con disposición horizontal.

Si bien este diseño pudiera ser acertado, se reconsideran los rebajes descritos, por presentar una previsible dificultad a la hora de ejecutar la instalación eléctrica, y más concretamente la instalación de los mecanismos, ya que las líneas eléctricas se concentran en la parte superior de los huecos, pudiendo obstaculizarse entre sí.

Al mismo tiempo, durante el proceso de fabricación la disposición de estos rebajes probablemente supusiese un problema para conseguir un correcto llenado del molde o una compactación uniforme del hormigón (atendiendo a lo descrito en los apartados 2.2.2. El llenado y compactado y 4.2.1. Preparación del molde).

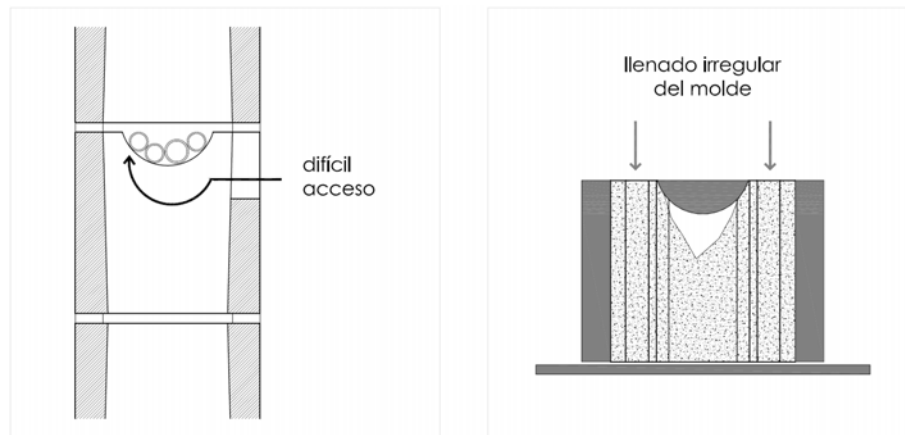


Ilustración 143. Posible dificultad de acceso al ejecutar la instalación de los mecanismos [izquierda]. Posible llenado irregular del molde [derecha].

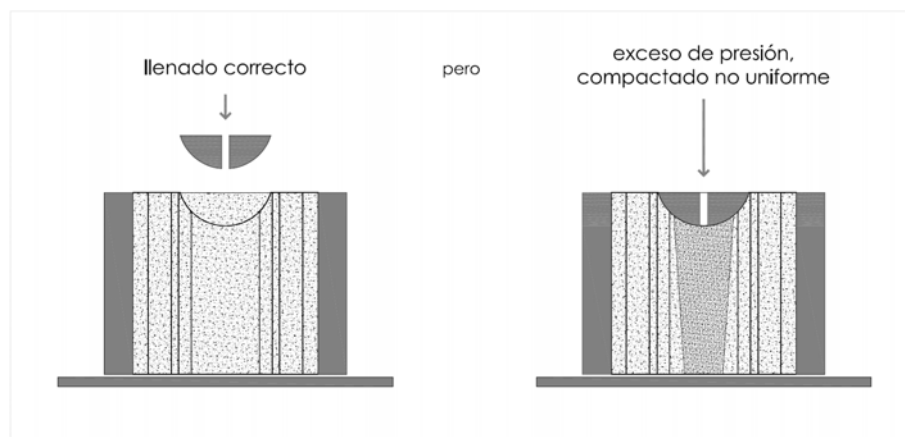


Ilustración 144. Compactado no uniforme, con exceso de presión bajo los rebajes.

La nueva modificación trata de evitar estos posibles problemas o dificultades, con una configuración de los rebajes tal que permita disponer las líneas de manera superpuesta. En este sentido los nuevos rebajes consistirán en amplios cortes verticales calculados, al igual que en el caso de los anteriores, para poder alojar tubos y conductores adecuados y suficientes para la mayoría de edificios.

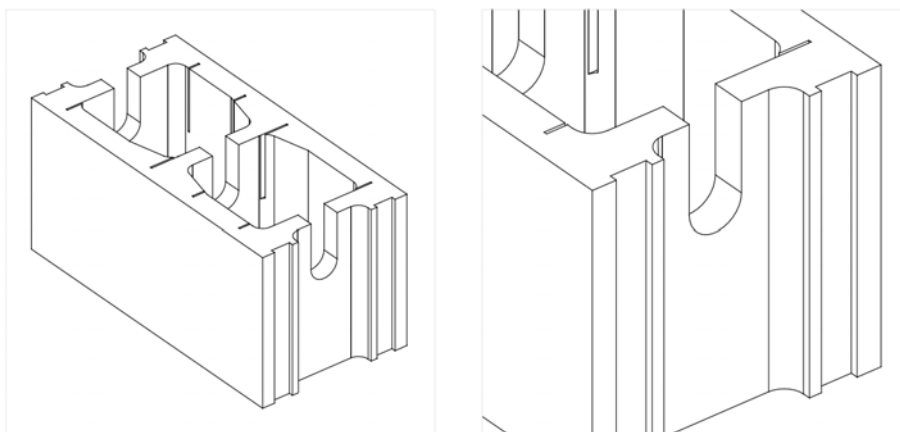


Ilustración 145. Rebajes con disposición vertical.

Las dimensiones previstas para estos rebajes es tal que pueden dar cabida a una cantidad más que suficiente de tubos protectores, hasta un diámetro máximo de 32 mm. Esta dimensión máxima del tubo protector vendría únicamente condicionada por la anchura del rebaje, establecida inicialmente en 35 mm, por considerarla equilibrada, a falta del desarrollo de las pruebas y ensayos posteriores. Al mismo tiempo la cantidad y combinaciones de tubos dependerán también de la profundidad del rebaje, fijada por el momento en 75 mm.

Con este nuevo tipo de rebaje se conserva la capacidad de alojamiento de tubos protectores, mejorándose incluso en el caso del bloque de 15 cm, ya que se mantiene el mismo rebaje en ambas medidas de bloque, al contrario de lo que ocurría con el anterior, que necesariamente se reducía al depender del ancho disponible dentro la pieza.

La disposición de estos nuevos rebajes proporciona dos grandes ventajas. En primer lugar se facilita el acceso a los conductores para la instalación de las cajas empotradas y los mecanismos eléctricos, y en segundo lugar el llenado y compactado durante el proceso de fabricación resultará más eficaz.

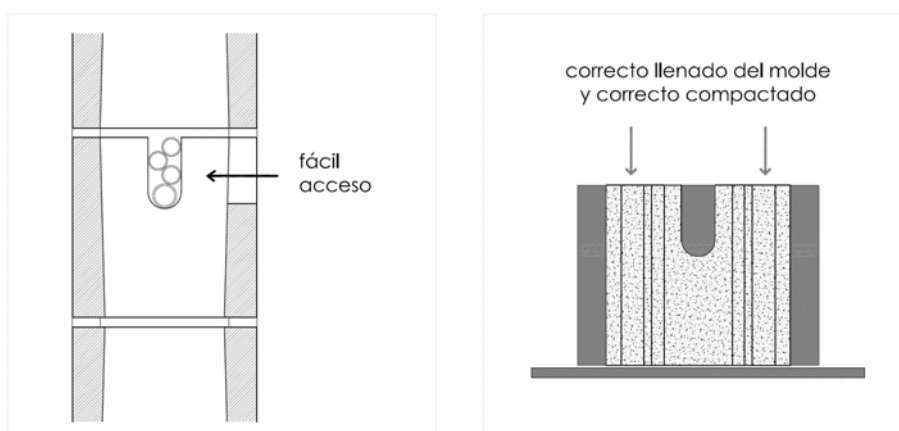


Ilustración 146. Facilidad de acceso al ejecutar la instalación de los mecanismos [izquierda]. Correcto llenado del molde y correcto compactado [derecha].

Los rebajes están diseñados de modo que sea posible dejar integrados los tubos protectores durante el levantamiento de la fábrica, y su dimensionado permite variedad de combinaciones tanto de tubos como de conductores, respetando en todo momento las instrucciones expuestas en la ITC-BT-21 del REBT2002 que lo regula.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	--
150	50	63	75	--	--
185	50	75	--	--	--
240	63	75	--	--	--

Tabla 15. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir (canalizaciones empotradas).
Extraído del REBT2002, ICT-BT-21, Tabla 5.

No se considera el uso de tubos protectores de diámetro inferior a 20 mm puesto que cada vez, el tendido del cableado en los edificios aumenta, incluso tiempo después de su finalización es necesario suplementarlo con nuevos conductores, con lo con que el uso de tubos menores se dificultaría esta adición de nuevo cableado. Por otra parte, y en línea con lo anterior y atendiendo a los requisitos expuestos en la Tabla 15, el tubo de Ø 20 mm es el menor que permite el tendido de hasta 5 conductores de 1.5 mm² y 2.5 mm² juntos por su interior (siendo estos conductores los más frecuentes en las instalaciones interiores comunes).

Tubo protector Ø 20 mm (nº conductores x sección máxima)	Tubo protector Ø 25 mm (nº conductores x sección máxima)	Tubo protector Ø 32 mm (nº conductores x sección máxima)
5 x 2.5 mm ²	5 x 6 mm ²	5 x 10 mm ²
4 x 4 mm ²	4 x 6 mm ²	4 x 16 mm ²
3 x 4 mm ²	3 x 10 mm ²	3 x 16 mm ²
2 x 6 mm ²	2 x 16 mm ²	2 x 25 mm ²
1 x 16 mm ²	1 x 35 mm ²	1 x 70 mm ²

Tabla 16. Alojamiento máximo de conductores según tubo protector.

Con todo esto, obtenemos unas combinaciones de conductores muy holgadas en cuanto a la capacidad de suministro para un edificio de tamaño medio-grande. Sin embargo hay que tener en cuenta que en edificios de gran tamaño las líneas de secciones mayores a las presentadas suelen ejecutarse de manera vista en superficie, con lo que el sistema propuesto continuaría siendo aplicable en el edificio.

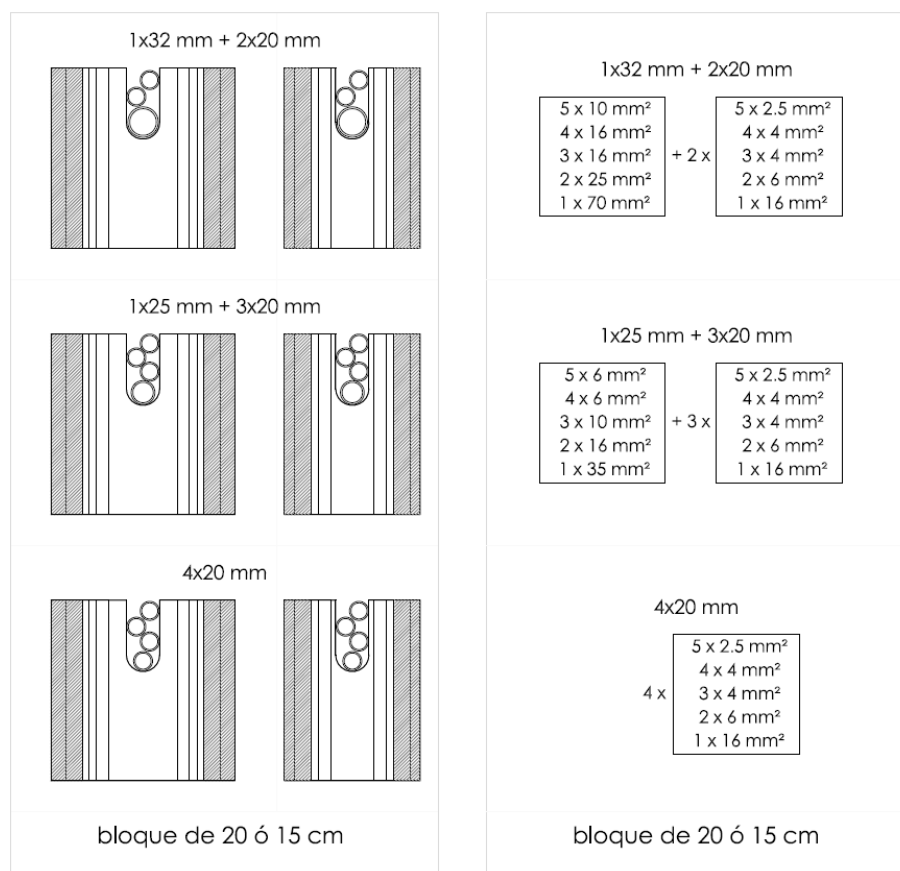


Ilustración 147. Cabida de canalización por tubo protector en los rebajes verticales, y combinaciones de alojamiento de conductores según tubos protectores.

Este rango de secciones manejadas, tanto para tubos protectores como para conductores, son más que suficientes a la hora de distribuir la energía eléctrica por el interior de los edificios más comunes.

En este punto se toma este como el diseño final válido, con el que se iniciarán las pruebas y ensayos programados.

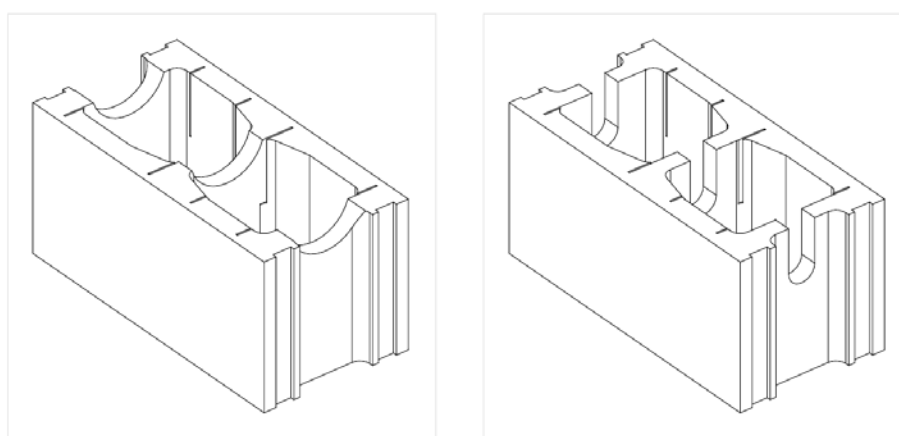


Ilustración 148. Comparación entre la pieza previa con rebajes en horizontal y modificada con rebajes en vertical.

3.4. DISEÑO FINAL DE LA PIEZA

Como resultado de las pruebas y ensayos realizados, mostrados más adelante en el apartado 4.1.1.2. , el diseño final descrito hasta este punto sufrirá leves variaciones, si bien el fundamento de la pieza es el mismo.

A raíz de los resultados de los ensayos previos a la fabricación se alteró la geometría de los rebajes hechos en los tabiquillos interiores, inducidos por los ensayos realizados informáticamente para evaluar la reducción de resistencia de la pieza mediante el cálculo por elementos finitos.

La modificación consiste en el ensanchamiento de la parte superior de los rebajes, convirtiéndose en un rebaje de sección variable en lugar del rebaje vertical descrito en el apartado anterior.

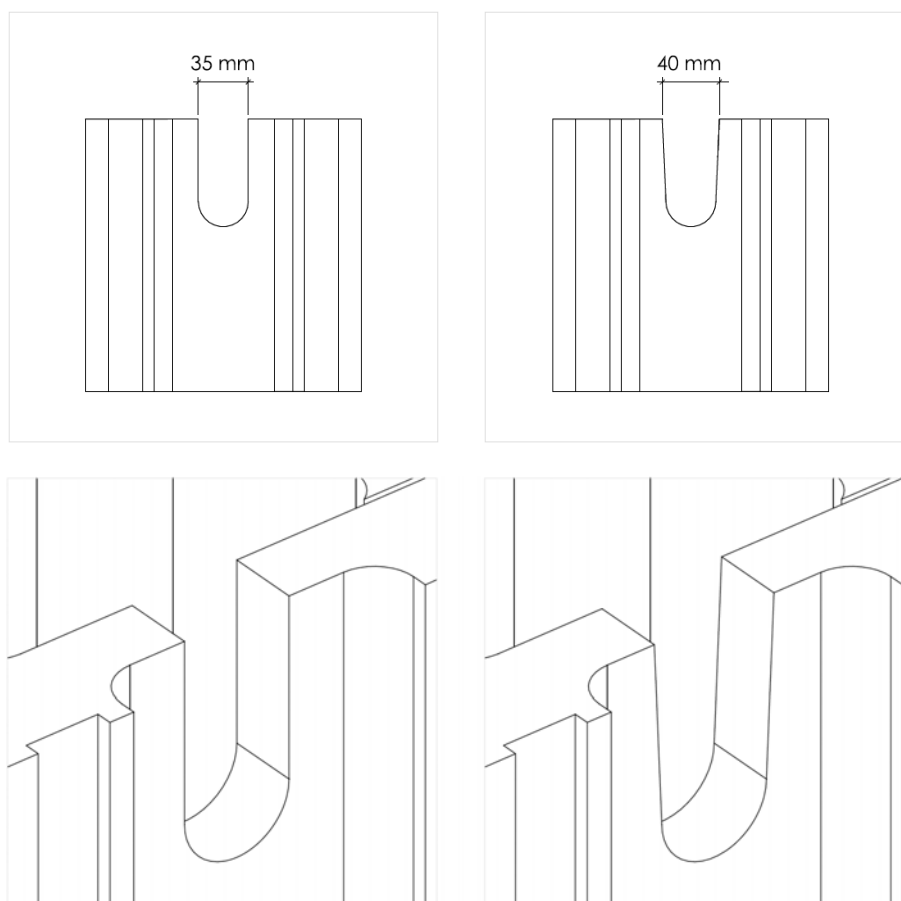


Ilustración 149. Optimización del diseño de los rebajes (ensanchamiento de la parte superior).

Con esta optimización no sólo se mejora la resistencia de la pieza, sino que además se facilita la colocación de los tubos protectores y se amplía la cabida de los mismos.

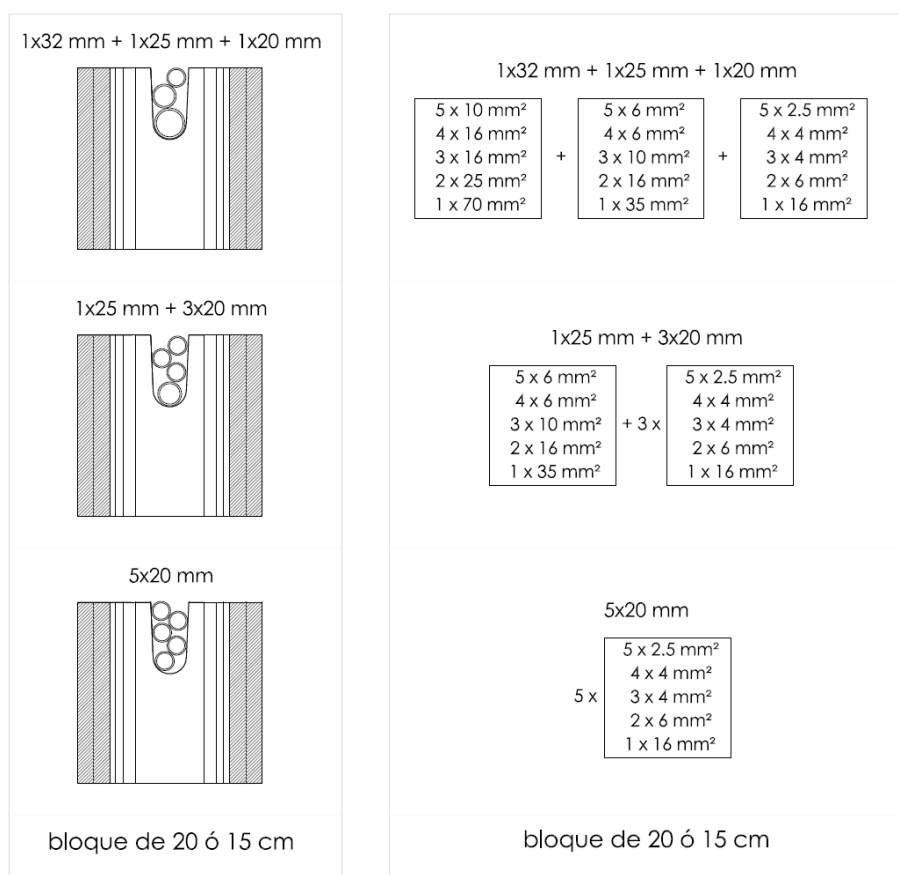


Ilustración 150. Cabida de canalización por tubo protector en los rebajes verticales optimizados, y combinaciones de alojamiento de conductores según tubos protectores.

Finalmente no se producirán nuevas modificaciones, siendo este diseño el que será objeto de todos los ensayos.

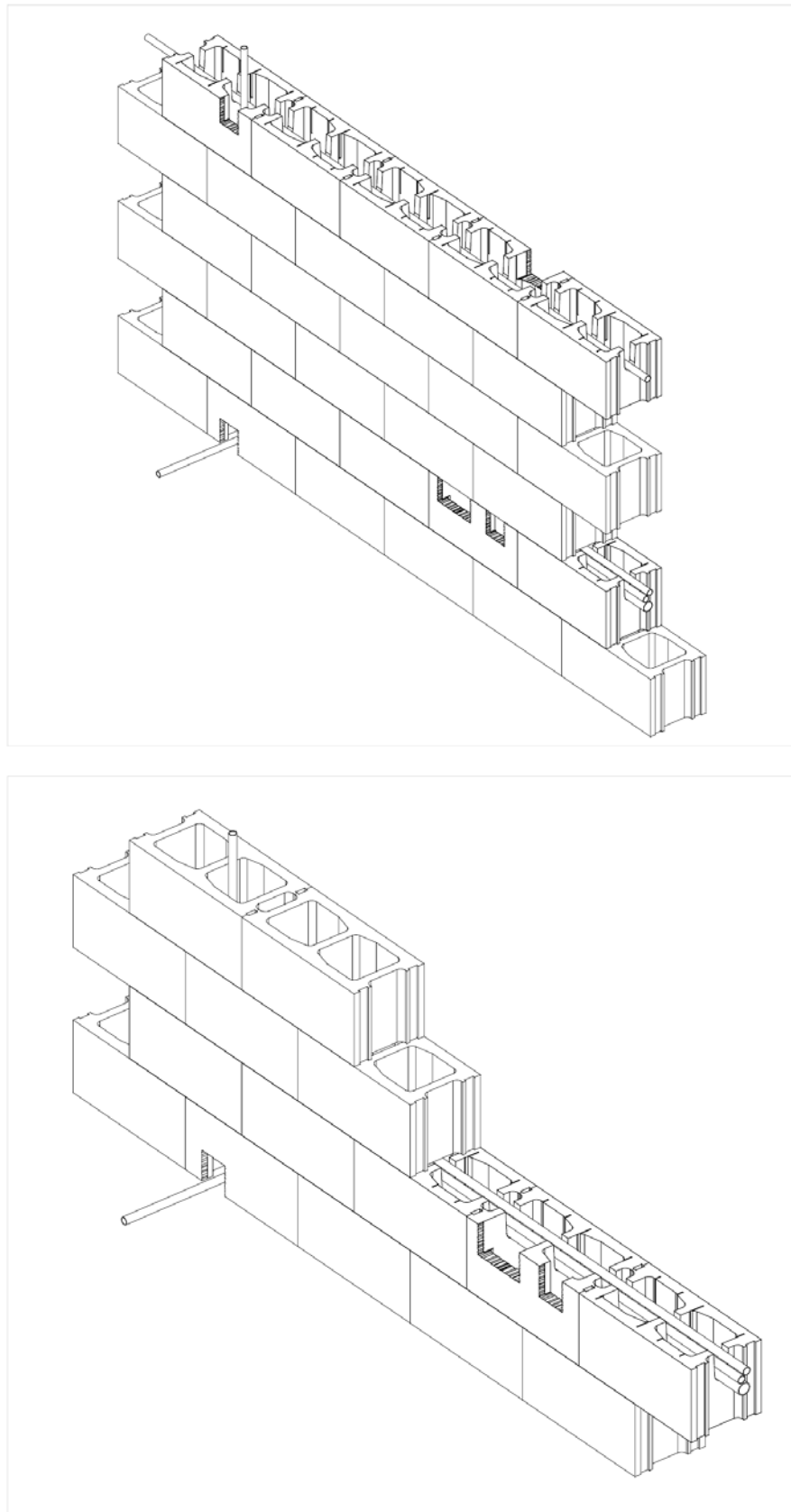


Ilustración 151. Sistema de integración total con la pieza final desarrollada.

3.5. OTRAS POSIBILIDADES BARAJADAS

Si bien durante los apartados anteriores se ha descrito la evolución del proceso de desarrollo de la pieza especial buscada, al mismo tiempo se han barajado otras ideas que finalmente quedaron desechadas.

Una de estas ideas fue la formación de los rebajes en los tabiquillos interiores con el mismo sistema de apertura que los huecos para los mecanismos eléctricos. Con esta solución se favorecería el uso de la pieza diseñada en la totalidad de la fábrica al mejorar previsiblemente la resistencia, aunque por otra parte se aumentaría sustancialmente la generación de residuos durante el levantamiento de la fábrica.

La modificación consistiría en la creación de una rotura programada en los rebajes mediante rehundidos como los ya descritos anteriormente, teniendo que ser abiertos durante el levantamiento de la fábrica en aquellas hiladas o partes de hilada en las que se desee dejar integrada la previsión del tendido horizontal, para lo que sería necesario abrir los rebajes mediante rotura con el golpe de martillo.

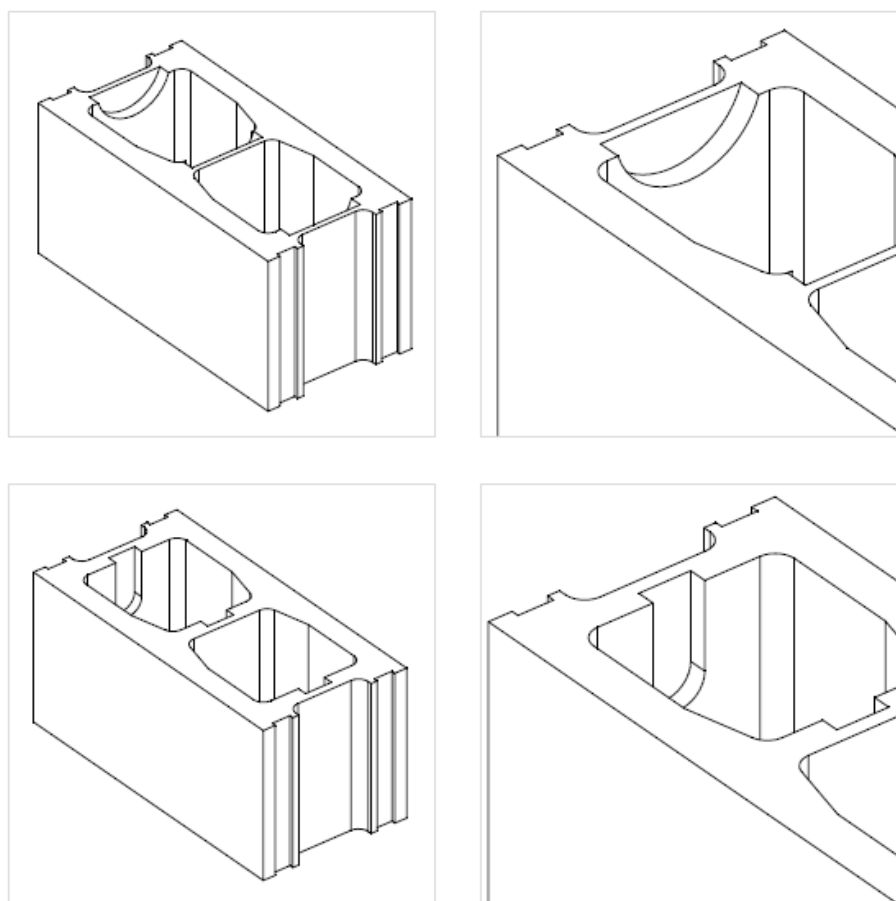


Ilustración 152. Posible solución para la apertura en obra de los rebajes destinados a albergar el tendido horizontal de las líneas eléctricas. Reducción de espesor en parte de los tabiquillos interiores del bloque.

Esta solución tendría otra variante consistente en la supresión de los rebajes, sustituyéndolos por cortes, de modo que funcionasen como debilitamientos para proceder a la apertura completa de los rebajes durante la ejecución de la fábrica. Sin embargo esta solución favorece la generación de residuos en obra.



Ilustración 153. Posible solución para la apertura en obra de los rebajes destinados a albergar el tendido horizontal de las líneas eléctricas. Cortes en los tabiquillos interiores del bloque, con generación de residuos en obra.

Tal como se mostrará más adelante en el apartado 4.1.1.3. Resistencia de probetas con rebajes, los resultados del ensayo realizado para estudiar la influencia de esta alteración sobre la resistencia de un bloque estándar, se comprueba que la reducción de resistencia es muy similar a la que producen los rebajes abiertos. Según esto y atendiendo al aumento de residuos que se generarían en obra, se opta por dejar al margen esta alteración consistente en los cortes de los tabiquillos interiores, dejando abiertos los rebajes en dichos tabiquillos en diseño final de la pieza.

Otra de las posibilidades barajadas consistía en la formación de pequeñas marcas en el canto superior de las paredes del bloque, ligeramente visibles desde el exterior del bloque, coincidentes con los cortes interiores diseñados para facilitar la localización y apertura del hueco para las cajas empotradas.

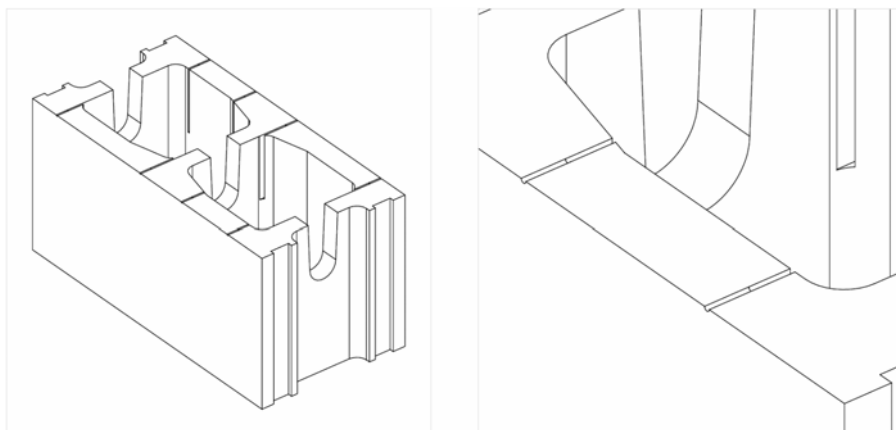


Ilustración 154. Posible creación de sutiles marcas para facilitar la localización de los cortes desde el exterior.

Estas pequeñas marcas se obtendrían fácilmente mediante pequeños resaltes en las zapatas del molde de fabricación.

Hay que tener en cuenta que las marcas deberían ser lo más pequeñas posible para no alterar la imagen de la fábrica, pero al mismo tiempo lo suficientemente grandes como para identificarse sin dificultad.

Este planteamiento quedó descartado en el momento en que surgió la idea de desarrollar una herramienta complementaria, a modo de cincel, diseñada de tal modo que fuese fácilmente posicionable sobre el lugar correcto y practicara el golpe coincidente con la línea de rotura buscada; tal como se expone en el siguiente apartado.

3.6. HERRAMIENTA COMPLEMENTARIA

Al igual que muchas otras soluciones constructivas, el sistema aquí desarrollado incluirá una sencilla herramienta complementaria (aunque no obligatoria), que deberá facilitar la localización de los puntos de apertura de huecos para empotrar las cajas de mecanismos, y al mismo tiempo mejore la rotura.

Esta herramienta funcionará a modo de cincel o troquel, y se plantea de manera que sea posible situarla correctamente en el exterior de la fábrica ejecutada, coincidiendo con los cortes del interior del bloque técnico.

Puesto que los huecos son de dos medidas diferentes, serán necesarias dos herramientas.

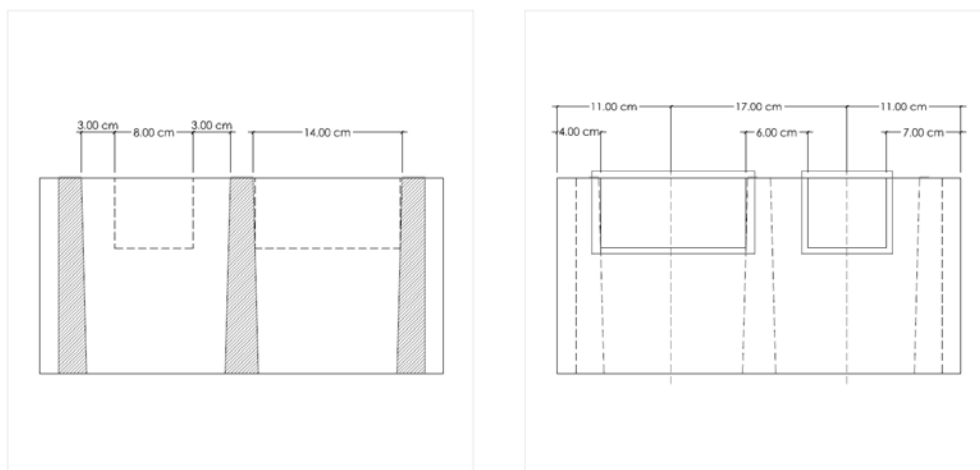


Ilustración 137. Situación de los huecos reservados para las cajas empotradas (mercado europeo).

La herramienta consiste en una pieza maciza de acero con un mango de sujeción en su parte trasera, donde se debe aplicar el golpeo de martillo, y tres aristas salientes en su frente, encargadas de imprimir el golpe en el bloque.

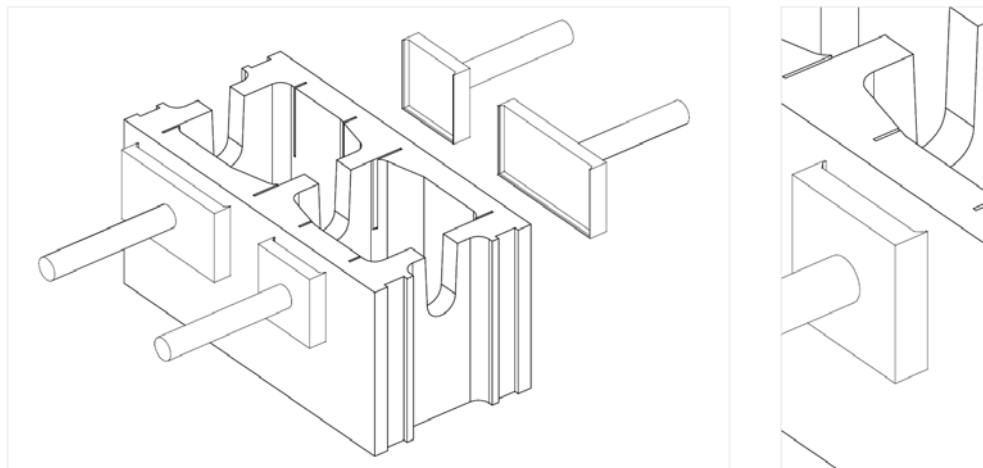


Ilustración 155. Cada una de las dos herramientas se posiciona sobre el hueco, respetando la separación al borde lateral del bloque marcada en la propia herramienta.

Para conseguir una colocación acertada de la cabeza de la herramienta en la cara del bloque, se estudiaron diferentes posibles soluciones, tales como un fino cable de acero o una pletina rígida, ambos con la medida exacta de separación con un punto fijo común a ambos huecos, que en este caso sería el borde lateral del bloque. La solución con el cable se deshecha por intuirlo incómoda e incluso problemática en su manejo, llegando a temer por la integridad del propio cable.

Finalmente el medio de orientación empleado para ubicar la cabeza de la herramienta podrá ser doble: Una solución será la mencionada pletina rígida incluida en el borde derecho de la herramienta. La longitud de esta pletina será de unos 7 cm para la herramienta de hueco sencillo, y de unos 4 cm para la de hueco doble; la otra solución será simplemente dejar indicado en cada herramienta, mediante troquelado, la separación que debe haber hacia cada extremo del bloque, situándola fácilmente midiendo con la cinta métrica habitual.

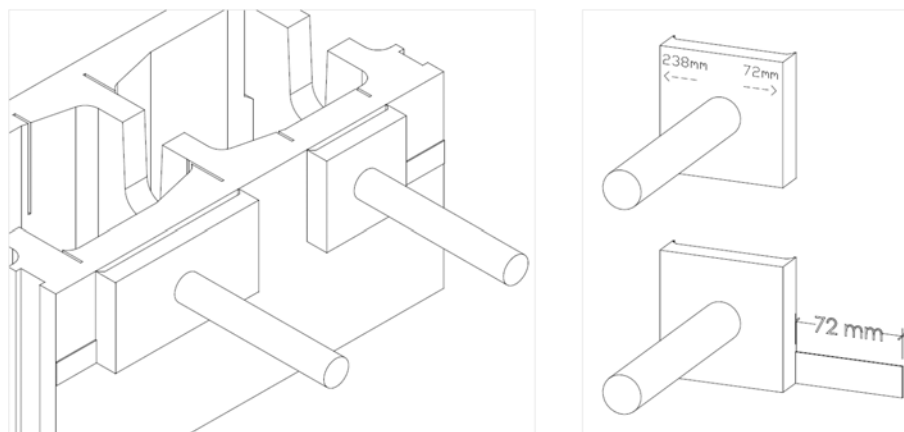


Ilustración 156. Herramientas con pletina separadora [izquierda]. Herramienta con pletina separadora de medida fija o con indicación de separación troquelada [derecha].



Ilustración 157. Herramienta especial realizada en acero (acero de mayor resistencia en las tres "cuchillas"), y detalle de la indicación troquelada con la separación al borde del bloque.

A pesar de los resultados favorables arrojados por las pruebas de irregularidad de rotura (apartado 4.1.2. Irregularidad de rotura), esta herramienta siempre resultará recomendable, no sólo para situar correctamente el golpe, sino también para evitar roturas irregulares en la cara del bloque y mantener así la buena apariencia de la fábrica vista.

En el apartado 4.4. Pruebas de ejecución de la fábrica, se comprueba el buen funcionamiento de estas herramientas, obteniendo unos resultados óptimos, con unas roturas totalmente regulares de acuerdo con el objetivo perseguido.

4. PRUEBAS Y ENSAYOS

En este apartado se exponen las diferentes pruebas y ensayos realizados para verificar el producto en primer lugar y el sistema finalmente. Se diferencian dos fases principales dentro de los ensayos, realizándose una serie de pruebas previas a la fabricación del bloque técnico de manera industrial, modificando bloques comunes de manera artesanal o manual, y otra serie de ensayos finales con bloques producidos en la planta de un fabricante siguiendo un proceso industrial (además de la propia prueba que consiste en la fabricación).

El esquema de ensayos realizados, expuestos en los siguientes apartados, es el siguiente:

1. Pruebas previas a la fabricación, con piezas obtenidas mediante alteración artesanal de bloques estándar:

- Cuantificación de la pérdida de resistencia debida a las diferentes alteraciones realizadas sobre el bloque estándar. [Apartado 4.1.1]
 - . Ensayo de referencia con bloques estándar. [Apartado 4.1.1.1]
 - . Simulaciones informáticas. [Apartado 4.1.1.2]
 - . Resistencia en piezas con rebajes. [Apartado 4.1.1.3]
 - . Resistencia en piezas con cortes. [Apartado 4.1.1.4]
 - . Resistencia en piezas con rebajes y cortes. [Apartado 4.1.1.5]
- Evaluación de la irregularidad de la rotura del bloque en las aperturas de huecos para mecanismos. [Apartado 4.1.2]

2. Ensayos con piezas producidas industrialmente:

- Prueba de fabricación industrializada de la pieza. [Apartado 4.2]
- Cuantificación de la resistencia a compresión. [Apartado 4.3]
- Puesta en obra del sistema. [Apartado 4.4]

4.1. PRUEBAS PREVIAS A LA FABRICACIÓN

Una vez definido el modelo de pieza desarrollada, resulta necesario realizar una serie de pruebas previas a la fabricación de la misma de manera industrializada.

Con estas pruebas previas tratará de estudiarse la viabilidad del modelo, y comprobar la posible necesidad de realizar modificaciones en el mismo debidas a diferentes factores imponderables o desconocidos, con lo que al mismo tiempo los resultados de estas pruebas iniciales buscan la posible optimización del diseño obtenido.

Dentro de este conjunto de pruebas se estudiarán principalmente dos aspectos:

- . La inevitable reducción de resistencia de la pieza, respecto a la pieza estándar, motivada por los rebajes y cortes realizados en ella.
- . Comprobar la irregularidad geométrica en la rotura del bloque con la apertura del hueco destinado a albergar las cajas.

Ambos factores resultan de gran importancia, ya que conseguir mantener una resistencia adecuada podría permitir su empleo incluso en elementos estructurales, y por otra parte una rotura extremadamente irregular arruinaría la buena presencia de la fábrica vista en el entorno de los mecanismos eléctricos instalados.

Para las pruebas y ensayos se cuenta con la colaboración de un fabricante especializado en este tipo de productos, con una experiencia contrastada que supera los 40 años. Los materiales elaborados en sus plantas de producción cuentan con todos los sellos y certificados de calidad obligatorios (incluido marcado CE), con lo que se considerará que las muestras empleadas, cedidas por este fabricante, cumplen con los parámetros requeridos normativamente, tales como dimensiones, tolerancias, áreas, secciones, densidades,... etc., comprobados regularmente por laboratorios de control externos e independientes.

4.1.1. REDUCCIÓN EN LA RESISTENCIA

A priori resulta indudable que la realización de los rebajes y cortes descritos en el desarrollo del modelo propuesto, dará como resultado una pieza con una resistencia menor a la original. Teniendo en cuenta que existe una limitación de resistencia mínima exigida por normativa, la comprobación de esta reducción de resistencia resulta fundamental para poder emplear el producto no sólo en elementos divisorios sino también en elementos estructurales.

Actualmente debe garantizarse para este tipo de fábricas, una resistencia normalizada de 5 N/mm² para uso estructural, fijado por el CTE en su DB-SE-F vigente en España: "La resistencia normalizada a compresión mínima de las piezas, f_b , será de 5 N/mm². No obstante, pueden aceptarse piezas con una resistencia normalizada a compresión inferior, hasta 4N/mm² en fábricas sustentantes y hasta 3 N/mm² en fábricas sustentadas, siempre que, o se limite la tensión de trabajo a compresión en estado límite último al 75% de la resistencia de cálculo de la fábrica, f_d , o bien se realicen estudios específicos sobre la resistencia a compresión de la misma".

Por otra parte las antiguas UNE 41166-1 y UNE 41166-2, ya anuladas, exigían para bloques resistentes de cerramiento una resistencia mínima nominal de

4 N/mm², y para bloques resistentes con función estructural una resistencia mínima nominal de 6 N/mm², cumpliendo además en este caso una resistencia respecto a la sección neta no inferior a 12,5 N/mm². Teniendo en cuenta que estos datos pueden seguir considerándose adecuados, y a falta de otra restricción normativa en vigor, se tomarán estos como referencia válida.

Cabe destacar que el mercado nacional español del bloque de hormigón es proporcionalmente muy inferior al de países como Estados Unidos, Canadá, México, Venezuela, región de Oriente Medio, y muchos otros lugares. En estas regiones el bloque de hormigón es uno de los principales materiales base de la construcción, mientras que en la región mediterránea es principalmente el ladrillo cerámico quien ocupa su lugar. En este sentido resultará interesante tener en cuenta la aplicabilidad del sistema desarrollado no sólo a nivel nacional, sino más bien a nivel internacional.

Por este motivo se considerarán también otras normativas de las que extraer al menos el valor de la resistencia mínima a compresión requerida.

Normativa	Ámbito	Uso resistente	
		Cerramiento	Estructural
CTE SE-F	España	3 N/mm ² resistencia normalizada	5 N/mm ² resistencia normalizada
UNE 41166-1 (anulada) UNE 41166-2 (anulada)	España	4 N/mm ² resistencia nominal	6 N/mm ² resistencia nominal 12,5 N/mm ² sobre área neta
ASTM C90	EE.UU.	-	13,1 N/mm ² sobre área neta (media de 3) ≥11,7 N/mm ² sobre área neta (mínimo)
Eurocódigo 6	CEE	-	5,43 N/mm ² resistencia normalizada

Tabla 17. Resistencias mínimas a compresión requeridas por normativa según ámbitos territoriales.

Según todo esto se tomarán 12,5 N/mm² aplicados sobre la sección neta como valor mínimo requerido para comprobar la resistencia a compresión en todo el proceso, por resultar suficientemente representativo y en comparación ciertamente estricto.

El ensayo básico para realizar esta comprobación será el de rotura a compresión, según los parámetros descritos en la norma UNE-EN 772-1 que lo regula.

Para analizar la influencia de los rebajes y cortes en esta pérdida de resistencia, se estima oportuno estudiar estos de manera independiente según los siguientes ensayos propuestos:

- Ensayos con probetas consistentes en bloques estándar con rebajes.
- Ensayos con probetas consistentes en bloques estándar con cortes.
- Ensayos con probetas consistentes en bloques estándar con rebajes y cortes: pieza desarrollada.

Con los dos primeros (a y b) se comprobará en qué medida influye cada uno antes de la realización de los terceros (c). Si bien se realiza un primer ensayo sobre piezas estándar sin alterar para obtener unos resultados que sirvan de referencia.

Puesto que no resultaría operativo obtener las probetas consistentes en bloques modificados a través del proceso de fabricación normal, estas probetas se ejecutarán mediante medios manuales, realizando cortes en bloques estándar con herramientas eléctricas, siguiendo el diseño desarrollado, para obtener probetas representativas.

PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS

El punto de partida de todas las probetas son bloques lisos estándar de medidas 40x20x20 cm (con excepción del primer ensayo de referencia en el que también se emplearán bloques de medidas 40x20x15 cm y 40x20x10 cm), siendo todas estas dimensiones nominales correspondientes a la serie A200 (según la denominación establecida en la norma UNE 127771-3, complemento nacional a la UNE-EN 771-1) por ser la más empleada.



Ilustración 158. Palets de extracción de muestras.

Dado que los ensayos se realizan en las instalaciones de un fabricante de este tipo de productos, no es posible realizar un muestreo aleatorio (al encontrarse las piezas organizadas en paquetes), por lo que se realiza un muestreo representativo tomando las muestras de los palets estocados en el patio de la planta. Se seleccionan al menos seis palets al azar para cada partida, escogiéndolo el mismo número de bloques (uno) de cada palet. Todo ello atendiendo a lo descrito en la norma UNE-EN 771-3.

La preparación de las probetas se realiza siguiendo los parámetros marcados por la norma UNE-EN 772-1.

Una vez seleccionadas las muestras se elimina la materia superflua y se comprueba la planeidad de las caras sobre las que se aplicará la carga. Gracias al desarrollo tecnológico del proceso de fabricación y al tipo de pieza empleada, no se hace necesario desbastar ni refrentar las muestras.

Las probetas se someten a las condiciones de humedad, temperatura y contenido de humedad prescritas antes de realizar los ensayos. En un principio el método elegido sería el de secado al aire, por considerarlo más natural dentro de todo el proceso, aunque finalmente se optó por el

método de inmersión, ya que es el empleado en los laboratorios especializados y facilitaría la comparación de resultados sin la intervención de conversiones que resten fiabilidad. El acondicionamiento previo de las muestras se realizará pues sumergiéndolas en agua a una temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante un período mínimo de 15 horas, dejándolas escurrir al menos 15-20 minutos antes del ensayo. Ambos métodos se encuentran recogidos en la norma UNE-EN 772-1 y se pueden obtener las equivalencias entre las resistencias obtenidas mediante la aplicación de los coeficientes indicados en el anejo A de dicha norma.

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN

El ensayo se realiza siguiendo los parámetros marcados por la norma UNE-EN 772-1.

Las probetas, después de su preparación, se colocan en el centro de la plataforma de la prensa de compresión. Se aplica una carga uniformemente repartida y se aumenta la misma hasta la rotura de la probeta. El indicador de la prensa marca el aumento de la presión, quedando registrada la máxima carga administrada, correspondiente a la de rotura.



Ilustración 159. Ensayo de resistencia a compresión.

La prensa tiene una capacidad suficiente para romper todas las probetas. La escala utilizada es tal que la carga de rotura aplicada sobre la probeta es superior a un quinto del fondo de la escala.

La prensa está provista de un cadenciómetro o dispositivo equivalente, que permite aplicar la carga a una velocidad de $0,05 \text{ (N/mm}^2\text{)/s}$, puesto que se prevé una resistencia menor a 10 N/mm^2 , según lo expuesto en el apartado 8 de la mencionada norma, ajustándose la velocidad de tal manera que la carga máxima se alcance como mínimo en 1 min. A pesar de esto, con ciertas probetas la carga aplicada es susceptible de variar varias veces antes de alcanzar la carga máxima de rotura; la disminución

de carga se hace visible en el momento en que la probeta cede, seguido de un aumento de carga; esta disminución temporal se puede producir varias veces antes de la rotura de la probeta.

La prensa cuenta con dos platos de acero, con una rigidez suficiente según los parámetros fijados en la norma. Cuando se establece el contacto, el plato superior puede adaptarse libremente sobre la probeta, contando con un sistema basculante, quedando el inferior totalmente horizontal. Las caras de ambos platos sobrepasan las dimensiones de las probetas y no tienen desviaciones respecto a una superficie plana mayor de 0,05 mm.

Posteriormente a la preparación de las probetas se limpian los platos de la prensa, secándolos y eliminando todas las partículas que existan en las caras de apoyo. Se alinea cuidadosamente la probeta en el centro del plato para obtener un asentamiento uniforme. Puesto que se trata de piezas con huecos de sección variable, se colocan con la cara que contiene el de mayor tamaño hacia arriba.

4.1.1.1. Ensayos de referencia

En primer lugar se considera imprescindible realizar una serie de ensayos para conocer de primera mano las características del material base empleado, de modo que los resultados de este ensayo sirvan de referencia con la que poder cotejar los ensayos posteriores. Esto permite establecer dichas características iniciales mediante el desarrollo de este ensayo de referencia en las mismas condiciones que los sucesivos. Del mismo modo, se repetirán en laboratorios externos los ensayos finales, para corroborar los datos obtenidos en los ensayos realizados personalmente.

DESCRIPCIÓN DE LAS PROBETAS

Con el fin de obtener un abanico suficientemente amplio de datos, se seleccionan y acondicionan los siguientes tipos de muestras, todas ellas en número de 6 unidades:

- . Bloque estándar de 40x20x20 cm liso color gris.
- . Bloque estándar de 40x20x20 cm liso color gris con hidrofugante.
- . Bloque estándar de 40x20x15 cm liso color gris.
- . Bloque estándar de 40x20x10 cm liso color gris.
- . Bloque estándar de 40x20x20 cm liso color blanco con hidrofugante.
- . Bloque estándar de 40x20x15 cm liso color ocre con hidrofugante.



Ilustración 160. Muestras para el ensayo de referencia. Probeta antes y después del acondicionamiento por inmersión [derecha].

RESULTADOS OBTENIDOS

Con los ensayos realizados se obtienen los siguientes resultados, atendiendo a las siguientes consideraciones indicadas en la norma UNE-EN 772-1:

. Se calcula la resistencia de cada probeta dividiendo la carga máxima por la superficie sometida a carga, que corresponde al área bruta de las piezas que se colocan a tendel continuo. Los resultados se expresan con una aproximación de 0,1 N/mm².

. Con los resultados de cada probeta independiente se calcula la resistencia a compresión efectuando la media de las resistencias de las probetas individuales, con una aproximación de 0,1 N/mm².



Bloque estándar de 40x20x20 cm (397x195x192 mm) liso color gris			Bloque estándar de 40x20x20 cm (397x195x192 mm) liso color gris con hidrofugante		
					
Probeta nº	Carga máxima aplicada	Resistencia obtenida	Probeta nº	Carga máxima aplicada	Resistencia obtenida
1	602,5 kN	8,3 N/mm ²	1	855,0 kN	11,8 N/mm ²
2	622,5 kN	8,6 N/mm ²	2	822,5 kN	11,3 N/mm ²
3	615,0 kN	8,5 N/mm ²	3	805,0 kN	11,1 N/mm ²
4	532,5 kN	7,3 N/mm ²	4	887,5 kN	12,2 N/mm ²
5	620,0 kN	8,5 N/mm ²	5	885,0 kN	12,2 N/mm ²
6	512,5 kN	7,1 N/mm ²	6	827,5 kN	11,4 N/mm ²

Tabla 18. Resultados de rotura a compresión, bloques normal e hidrofugado.

Bloque estándar de 40x20x15 cm
(397x192x145 mm) liso color gris



Probeta nº	Carga máxima aplicada	Resistencia obtenida
1	462,5 Kn	8,4 N/mm ²
2	480,5 kN	8,7 N/mm ²
3	440,0 kN	8,0 N/mm ²
4	432,5 kN	7,8 N/mm ²
5	412,5 kN	7,5 N/mm ²
6	410,0 kN	7,4 N/mm ²

Bloque estándar de 40x20x10 cm
(397x192x92 mm) liso color gris



Probeta nº	Carga máxima aplicada	Resistencia obtenida
1	382,5 kN	10,5 N/mm ²
2	427,5 kN	11,7 N/mm ²
3	415,0 kN	11,4 N/mm ²
4	377,5 kN	10,3 N/mm ²
5	482,5 kN	13,2 N/mm ²
6	383,0 kN	10,5 N/mm ²

Tabla 19. Resultados de rotura a compresión, bloques de 15 y 10 cm.

Bloque estándar de 40x20x20 cm
(397x195x192 mm) liso color blanco con hidrofugante



Probeta nº	Carga máxima aplicada	Resistencia obtenida
1	815,0 kN	11,2 N/mm ²
2	817,5 kN	11,3 N/mm ²
3	767,0 kN	10,6 N/mm ²
4	826,0 kN	11,4 N/mm ²
5	822,5 kN	11,3 N/mm ²
6	806,0 kN	11,1 N/mm ²

Bloque estándar de 40x20x15 cm
(397x192x145 mm) liso color ocre con hidrofugante



Probeta nº	Carga máxima aplicada	Resistencia obtenida
1	487,5 kN	8,8 N/mm ²
2	505,0 kN	9,1 N/mm ²
3	528,5 kN	9,6 N/mm ²
4	508,0 kN	9,2 N/mm ²
5	494,0 kN	8,9 N/mm ²
6	532,5 kN	9,6 N/mm ²

Tabla 20. Resultados de rotura a compresión, bloques de color.

Puesto que los resultados se calculan teniendo en cuenta la sección bruta de las piezas, resultará interesante calcular también la resistencia considerando el área neta, dividiendo la carga máxima por la superficie real de la pieza sometida a carga.

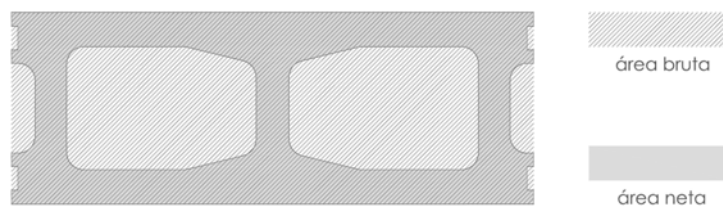


Ilustración 161. Diferencia entre área bruta y área neta.

Se obtienen entonces las siguientes correspondencias, atendiendo además a lo descrito en la norma UNE-EN 772-16 en la que se fija la determinación de las dimensiones de las piezas de fábrica, y según ensayos de acuerdo a la norma UNE 41168:1989 EX para determinar la sección bruta y la sección neta.

Dimensiones nominales o modulares	Dimensiones de fabricación	Área bruta	Área neta
400x200x200 mm	397x192x195 mm	72.625 mm ²	40.050 mm ²
400x200x150 mm	397x192x145 mm	55.320 mm ²	31.860 mm ²
400x200x100 mm	397x192x92 mm	36.520 mm ²	24.240 mm ²

Tabla 21. Conversión de áreas brutas a áreas netas de las piezas ensayadas.

Según lo anterior los resultados finales para esta serie de probetas son los siguientes:

Muestra (ensayos propios)	Carga máxima media aplicada	Resistencia media obtenida – Área bruta	Resistencia media obtenida – Área neta
Bloque estándar de 40x20x20 cm liso color gris	584,2 kN	8,0 N/mm ²	14,6 N/mm ²
Bloque estándar de 40x20x20 cm liso color gris con hidrofugante	847,1 kN	11,7 N/mm ²	21,2 N/mm ²
Bloque estándar de 40x20x15 cm liso color gris	439,7 kN	7,9 N/mm ²	13,8 N/mm ²
Bloque estándar de 40x20x10 cm liso color gris	411,3 kN	11,3 N/mm ²	17,0 N/mm ²
Bloque estándar de 40x20x20 cm liso color blanco con hidrofugante	809,0 kN	11,1 N/mm ²	20,2 N/mm ²
Bloque estándar de 40x20x15 cm liso color ocre con hidrofugante	509,3 kN	9,2 N/mm ²	16,0 N/mm ²

Tabla 22. Resultados del ensayo de referencia de resistencia a compresión. Ensayos propios.

COTEJO DE LOS RESULTADOS CON ENSAYOS PREVIOS EXTERNOS

Dentro del programa de gestión de la calidad llevado a cabo por la empresa colaboradora, se desarrollan una serie de ensayos periódicos, realizados por laboratorios independientes externos (Norcontrol y Applus), de cuyos resultados es posible extraer datos de interés. De la gran cantidad de resultados se realiza una selección, en función del tipo de piezas ensayadas, con el objeto de cotejarlos con los obtenidos de primera mano en el ensayo de referencia, si bien es posible que existan ciertas diferencias entre series de probetas de un mismo tipo de pieza por ser de diferentes fechas y diferentes lotes de fabricación.

Bloque estándar de 40x20x20 cm liso color gris (ensayos externos)			
	Carga máxima aplicada	Resistencia obtenida – Área bruta	Resistencia obtenida – Área neta
1.1	520,7 kN	8,0 N/mm ²	14,6 N/mm ²
1.2	570,9 kN	7,9 N/mm ²	14,4 N/mm ²
1.3	597,4 kN	8,2 N/mm ²	15,0 N/mm ²
1.4	616,1 kN	8,5 N/mm ²	15,3 N/mm ²
1.5	611,2 kN	8,4 N/mm ²	15,0 N/mm ²
1.6	623,0 kN	8,6 N/mm ²	15,6 N/mm ²
2.1	575,8 kN	8,0 N/mm ²	15,0 N/mm ²
2.2	554,3 kN	7,6 N/mm ²	14,4 N/mm ²
2.3	543,5 kN	7,5 N/mm ²	14,1 N/mm ²
2.4	615,1 kN	8,4 N/mm ²	15,8 N/mm ²
2.5	589,6 kN	8,1 N/mm ²	15,2 N/mm ²
2.6	608,2 kN	8,4 N/mm ²	16,0 N/mm ²
3.1	512,1 kN	7,0 N/mm ²	12,7 N/mm ²
3.2	494,4 kN	6,7 N/mm ²	12,4 N/mm ²
3.3	525,8 kN	7,1 N/mm ²	13,1 N/mm ²
3.4	577,8 kN	7,8 N/mm ²	14,3 N/mm ²
3.5	518,0 kN	7,0 N/mm ²	12,9 N/mm ²
3.6	581,7 kN	7,9 N/mm ²	14,5 N/mm ²
	568,6 kN	7,8 N/mm ²	14,2 N/mm ²

Bloque estándar de 40x20x20 cm liso color gris hidrofugado (ensayos externos)			
	Carga máxima aplicada	Resistencia obtenida – Área bruta	Resistencia obtenida – Área neta
1.1	708,3 kN	9,6 N/mm ²	17,6 N/mm ²
1.2	694,5 kN	9,5 N/mm ²	17,5 N/mm ²
1.3	716,1 kN	9,8 N/mm ²	18,0 N/mm ²
1.4	677,9 kN	9,2 N/mm ²	16,8 N/mm ²
1.5	686,7 kN	9,3 N/mm ²	17,1 N/mm ²
1.6	672,0 kN	9,1 N/mm ²	16,7 N/mm ²
2.1	850,5 kN	11,5 N/mm ²	21,2 N/mm ²
2.2	863,3 kN	11,7 N/mm ²	21,7 N/mm ²
2.3	913,3 kN	12,4 N/mm ²	23,0 N/mm ²
2.4	827,0 kN	11,2 N/mm ²	20,6 N/mm ²
2.5	949,6 kN	12,8 N/mm ²	23,4 N/mm ²
2.6	921,2 kN	12,5 N/mm ²	23,0 N/mm ²
3.1	890,7 kN	12,0 N/mm ²	21,6 N/mm ²
3.2	900,6 kN	12,1 N/mm ²	21,9 N/mm ²
3.3	847,6 kN	11,4 N/mm ²	20,6 N/mm ²
3.4	862,3 kN	11,6 N/mm ²	21,0 N/mm ²
3.5	893,7 kN	12,0 N/mm ²	21,7 N/mm ²
3.6	854,5 kN	11,5 N/mm ²	20,7 N/mm ²
	818,3 kN	11,3 N/mm ²	20,4 N/mm ²

Tabla 23. Recopilación de resultados para ensayos externos. Bloque de ancho 20 cm gris.

Bloque estándar de 40x20x15 cm liso color gris (ensayos externos)			
	Carga máxima aplicada	Resistencia obtenida – Área bruta	Resistencia obtenida – Área neta
1.1	399,3 kN	7,2 N/mm ²	12,4 N/mm ²
1.2	408,1 kN	7,4 N/mm ²	12,8 N/mm ²
1.3	451,3 kN	8,1 N/mm ²	14,1 N/mm ²
1.4	394,4 kN	7,1 N/mm ²	12,3 N/mm ²
1.5	463,0 kN	8,4 N/mm ²	14,7 N/mm ²
1.6	375,7 kN	6,8 N/mm ²	11,9 N/mm ²
2.1	398,3 kN	7,4 N/mm ²	12,7 N/mm ²
2.2	380,6 kN	7,0 N/mm ²	11,9 N/mm ²
2.3	385,5 kN	7,1 N/mm ²	12,1 N/mm ²
2.4	409,1 kN	7,6 N/mm ²	13,0 N/mm ²
2.5	382,6 kN	7,1 N/mm ²	12,3 N/mm ²
2.6	378,7 kN	7,1 N/mm ²	12,2 N/mm ²
3.1	486,6 kN	9,0 N/mm ²	15,8 N/mm ²
3.2	427,7 kN	7,8 N/mm ²	13,7 N/mm ²
3.3	424,8 kN	7,8 N/mm ²	13,7 N/mm ²
3.4	427,7 kN	7,9 N/mm ²	13,9 N/mm ²
3.5	469,9 kN	8,7 N/mm ²	15,2 N/mm ²
3.6	418,9 kN	7,8 N/mm ²	13,6 N/mm ²
	415,7 kN	7,5 N/mm ²	13,0 N/mm ²

Bloque estándar de 40x20x15 cm liso color gris hidrofugado (ensayos externos)			
	Carga máxima aplicada	Resistencia obtenida – Área bruta	Resistencia obtenida – Área neta
1.1	549,4 kN	9,9 N/mm ²	17,5 N/mm ²
1.2	554,3 kN	10,0 N/mm ²	17,7 N/mm ²
1.3	506,2 kN	9,1 N/mm ²	16,1 N/mm ²
1.4	560,1 kN	10,1 N/mm ²	17,6 N/mm ²
1.5	564,1 kN	10,2 N/mm ²	17,7 N/mm ²
1.6	575,8 kN	10,5 N/mm ²	18,3 N/mm ²
2.1	501,3 kN	9,1 N/mm ²	16,1 N/mm ²
2.2	483,6 kN	8,7 N/mm ²	15,2 N/mm ²
2.3	488,5 kN	8,8 N/mm ²	15,5 N/mm ²
2.4	548,4 kN	9,9 N/mm ²	17,4 N/mm ²
2.5	523,8 kN	9,5 N/mm ²	16,6 N/mm ²
2.6	503,2 kN	9,1 N/mm ²	15,9 N/mm ²
3.1	720,0 kN	13,2 N/mm ²	22,9 N/mm ²
3.2	683,7 kN	12,4 N/mm ²	21,5 N/mm ²
3.3	708,3 kN	12,9 N/mm ²	22,4 N/mm ²
3.4	630,8 kN	11,5 N/mm ²	20,1 N/mm ²
3.5	691,6 kN	12,6 N/mm ²	22,0 N/mm ²
3.6	619,0 kN	11,3 N/mm ²	19,5 N/mm ²
	578,5 kN	10,5 N/mm ²	18,2 N/mm ²

Tabla 24. Recopilación de resultados para ensayos externos. Bloque de ancho 15 cm gris.

Bloque estándar de 40x20x20 cm liso color blanco hidrofugado (ensayos externos)				Bloque estándar de 40x20x15 cm liso color blanco hidrofugado (ensayos externos)			
	Carga máxima aplicada	Resistencia obtenida – Área bruta	Resistencia obtenida – Área neta		Carga máxima aplicada	Resistencia obtenida – Área bruta	Resistencia obtenida – Área neta
1.1	826,0 kN	11,1 N/mm ²	20,5 N/mm ²	1.1	512,1 kN	9,4 N/mm ²	15,7 N/mm ²
1.2	809,3 kN	10,8 N/mm ²	19,6 N/mm ²	1.2	500,3 kN	9,2 N/mm ²	15,5 N/mm ²
1.3	818,1 kN	11,0 N/mm ²	20,3 N/mm ²	1.3	578,8 kN	10,7 N/mm ²	17,9 N/mm ²
1.4	740,6 kN	10,0 N/mm ²	18,3 N/mm ²	1.4	505,2 kN	9,3 N/mm ²	15,8 N/mm ²
1.5	734,8 kN	9,9 N/mm ²	18,3 N/mm ²	1.5	541,5 kN	10,0 N/mm ²	16,7 N/mm ²
1.6	789,7 kN	10,7 N/mm ²	19,8 N/mm ²	1.6	539,6 kN	9,9 N/mm ²	16,5 N/mm ²
2.1	758,3 kN	10,2 N/mm ²	18,7 N/mm ²	2.1	485,6 kN	8,9 N/mm ²	15,1 N/mm ²
2.2	776,0 kN	10,5 N/mm ²	19,3 N/mm ²	2.2	451,3 kN	8,3 N/mm ²	14,4 N/mm ²
2.3	781,9 kN	10,6 N/mm ²	19,3 N/mm ²	2.3	466,0 kN	8,5 N/mm ²	14,7 N/mm ²
2.4	761,3 kN	10,3 N/mm ²	19,1 N/mm ²	2.4	447,3 kN	8,3 N/mm ²	14,4 N/mm ²
2.5	807,4 kN	10,8 N/mm ²	19,7 N/mm ²	2.5	485,6 kN	8,9 N/mm ²	15,4 N/mm ²
2.6	738,7 kN	10,0 N/mm ²	18,4 N/mm ²	2.6	466,0 kN	8,6 N/mm ²	15,2 N/mm ²
3.1	771,1 kN	10,5 N/mm ²	19,5 N/mm ²	3.1	466,0 kN	8,5 N/mm ²	14,8 N/mm ²
3.2	720,0 kN	9,9 N/mm ²	18,5 N/mm ²	3.2	423,8 kN	7,8 N/mm ²	13,4 N/mm ²
3.3	747,5 kN	10,2 N/mm ²	19,1 N/mm ²	3.3	467,9 kN	8,6 N/mm ²	14,8 N/mm ²
3.4	754,4 kN	10,3 N/mm ²	19,1 N/mm ²	3.4	420,8 kN	7,8 N/mm ²	13,4 N/mm ²
3.5	801,5 kN	10,9 N/mm ²	20,4 N/mm ²	3.5	425,7 kN	7,9 N/mm ²	13,7 N/mm ²
3.6	727,9 kN	10,0 N/mm ²	18,5 N/mm ²	3.6	464,0 kN	8,6 N/mm ²	14,7 N/mm ²
	770,3 kN	10,6 N/mm ²	19,2 N/mm ²		480,4 kN	8,7 N/mm ²	15,1 N/mm ²

Tabla 25. Recopilación de resultados para ensayos externos. Bloque de color.

Según lo anterior los resultados finales para esta serie de probetas son los siguientes:

Muestra (ensayos externos)	Carga máxima media aplicada	Resistencia media obtenida – Área bruta	Resistencia media obtenida – Área neta
Bloque estándar de 40x20x20 cm liso color gris	568,6 kN	7,8 N/mm ²	14,2 N/mm ²
Bloque estándar de 40x20x20 cm liso color gris con hidrofugante	818,3 kN	11,3 N/mm ²	20,4 N/mm ²
Bloque estándar de 40x20x15 cm liso color gris	415,7 kN	7,5 N/mm ²	13,0 N/mm ²
Bloque estándar de 40x20x15 cm liso color gris con hidrofugante	578,5 kN	10,5 N/mm ²	18,2 N/mm ²
Bloque estándar de 40x20x20 cm liso color blanco con hidrofugante	770,3 kN	10,6 N/mm ²	19,2 N/mm ²
Bloque estándar de 40x20x15 cm liso color blanco con hidrofugante	480,4 kN	8,7 N/mm ²	15,1 N/mm ²

Tabla 26. Resultados del ensayo de referencia de resistencia a compresión. Ensayos realizados en laboratorios externos (Norcontrol y Applus).

Cotejando pues estos resultados con los obtenidos de primera mano (ver Tabla 22), se pueden dar por proporcionalmente equiparables, con una diferencia no mayor a un 5%, dándole validez a los propios y por tanto a los que se realizarán posteriormente y de primera mano sobre piezas modificadas.

VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS

En primer lugar cabe destacar la elevada resistencia obtenida en todas las muestras, superando los valores mínimos establecidos por normativa para el uso de bloque de hormigón estructural, anteriormente expuestos en la Tabla 17. Resistencias mínimas a compresión requeridas por normativa

según ámbitos territoriales. Esto hace pensar que existirá margen suficiente para hacer las manipulaciones diseñadas sobre la pieza estándar sin que surjan problemas.

De los resultados obtenidos se estima oportuno estudiar los siguientes aspectos:

- . Variación de la resistencia entre bloque normal e hidrófugo.
- . Variación de la resistencia entre bloque gris y de color.
- . Variación de la resistencia entre bloques de diferentes medidas.

La variación de resistencia entre bloques de hormigón normal y bloques de hormigón hidrófugo es del orden de un 30%, tanto para bloques de 20 cm como para bloques de 15 cm, siendo más resistente siempre el hidrófugo.

Se produce una reducción de resistencia entre bloques de hormigón hidrófugo gris y bloques de hormigón de color, por el uso de diferentes proporciones de cemento, diferentes tipos de cemento y áridos diferentes, siendo entre un 5% y un 20% menos resistentes las de color, según la medida de la pieza y el color elegido. Esta diferencia está relacionada con que la empresa colaboradora produce todas las piezas de color con hidrofugante en la mezcla, práctica justificada al considerar que estas fábricas quedarán vistas, y por tanto probablemente expuestas a condiciones desfavorables de agua y humedad. Por este motivo y para establecer la influencia únicamente del color, la comparación se realiza con piezas grises también hidrófugas.

Si la comprobación se realiza entre piezas grises no hidrófugas y de color (siempre hidrófugas), se comprueba un aumento de resistencia entre un 15% y un 25%, para piezas de 15 cm y 20 cm respectivamente.

Finalmente el aumento de resistencia entre piezas de 15 cm y 20 cm varía según el tipo de material, siendo este aumento de un 35% para hormigón normal, de un 40% para hormigón hidrófugo, y de hasta un 60% para hormigones de color.

Con los datos de esta última comparativa puede hacerse otro estudio sobre cuál de las medidas obtiene un mayor rendimiento estructural, en cuanto a la optimización de resistencia en función del ancho de la pieza, la cantidad de hormigón y la superficie que ocupa la misma en la construcción.

Como resumen de todo lo anterior se extraen las siguientes conclusiones:

- . El bloque hidrófugo es un 30% más resistente que el normal.
- . El bloque de color es entre un 5% y un 20% menos resistente que el gris, siempre y cuando ambos sean hidrófugos.
- . Como era de esperar cuanto más ancho es el bloque, más carga resiste, con un aumento medio aproximado del 50%.

Teniendo en cuenta todos estos resultados, se cuenta con datos suficientes para elegir una pieza base que se pueda asumir como referencia para continuar con el desarrollo de los ensayos proyectados. Se trataría pues de seleccionar un único tipo de pieza que resulte significativa. A tenor de los datos anteriores se estima que la pieza idónea es el bloque gris de ancho 20 cm y hormigón normal, por diferentes motivos, entre los que cabe destacar su mayor volumen de puesta en obra según el mercado, por su ancho intermedio será más fácil realizar las manipulaciones de manera manual, y su resistencia es comparativamente baja, interesante al tratar de ir por el lado de la seguridad.

Dado que se cuenta con la colaboración de un fabricante especializado, se conocen de manera fija las características mínimas de esta pieza, especificadas en su ficha técnica que se adjunta como anejo en la presente tesis, junto con los diferentes resultados obtenidos para esta pieza, proporcionados por laboratorios externos dentro del programa de control de calidad.

4.1.1.2. Simulaciones informáticas

Ante las dificultades que supone este proceso, se considera interesante efectuar unas estimaciones iniciales con medios informáticos, a modo de ensayos con modelos virtuales, con los que resulta posible hacer multitud de comprobaciones y variaciones del diseño final de la pieza desarrollada antes de proceder con los ensayos reales.

El objetivo de estos ensayos será el de poder hacer una estimación previa de los futuros ensayos reales, con el objeto de comprobar la viabilidad del proyecto y afinar el diseño final del modelo. Para ello se tratará de conocer cuál es el comportamiento interno del bloque sometido a compresión, estableciendo unas tensiones máximas admisibles de referencia correspondientes al ensayo de referencia ya expuesto.

Estos ensayos virtuales se realizan mediante el software de cálculo por elementos finitos Ansys, en el que se introducen los modelos en tres dimensiones y donde son sometidos a cargas en las mismas condiciones que en los ensayos reales.

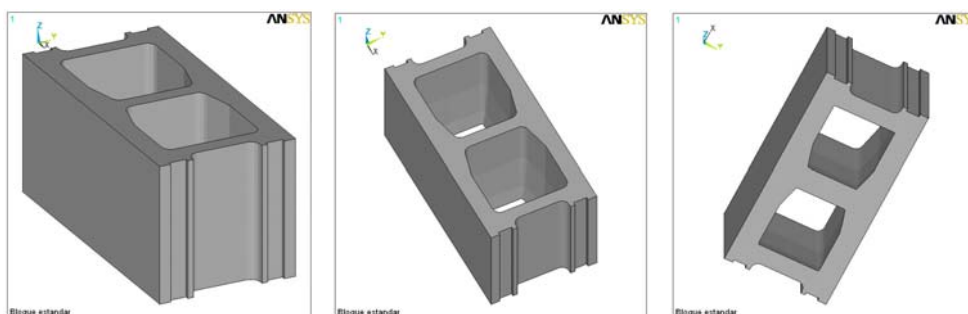


Ilustración 162. Modelo sin carga aplicada.

Para la realización de esta prueba se utilizará el modelado en tres dimensiones de la pieza de ancho 20 cm, ya que esta será la empleada en los posteriores ensayos reales. Este modelado se realiza mediante la

descomposición y mallado de la misma en elementos sólidos de 8 nodos con la correspondiente introducción de sus partes curvas.

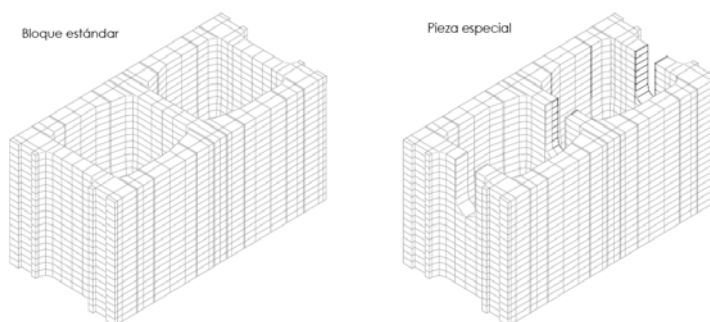


Ilustración 163. Descomposición y mallado de los modelos tridimensionales.

En primer lugar se tienen presentes los resultados de los ensayos de referencia realizados empíricamente, de modo que permitan establecer una correspondencia con los realizados informáticamente. Así, para conocer el estado tensional último en el caso virtual, se aplica como carga repartida el valor obtenido como resistencia máxima en el ensayo real, considerando el área neta de la muestra. Es decir, en primer lugar se ha obtenido la carga máxima de rotura mediante los ensayos reales en la prensa, para a continuación introducir esta carga en los ensayos virtuales y conocer cuáles son las tensiones que genera dicha carga, correspondientes pues a las máximas a las que se puede someter la pieza.

Con esta prueba se comprobará la previsible pérdida de resistencia en los bloques en los que se han realizado alteraciones, al tiempo que resultará posible estimar a priori cuáles podrían ser los ajustes necesarios para afinar el diseño del modelo desarrollado, en caso de resultar necesario, mediante la repetición iterativa de pruebas aplicando diferente carga hasta igualar la máxima tensión admisible de referencia ya conocida.

El conjunto de ensayos realizados será el mismo que en el caso de los reales, tomando como probetas piezas con rebajes, piezas con cortes y piezas con cortes y rebajes, además de la pieza estándar ya empleada para establecer en primer lugar la tensión máxima admisible de referencia.

Hay que aclarar que el módulo de Young introducido en el programa, ha sido uno tabulado de manera genérica para hormigones ($2.485 \cdot 10^7$), a pesar de que probablemente no se ajuste a la realidad del material real del bloque, por lo que el valor numérico de los resultados y tensiones obtenidos serán meramente orientativos. Sin embargo esto carece de importancia, pues el estudio informático tiene como fin el establecer la medida en la que afectan las modificaciones realizadas a la pieza estándar, de un modo proporcional, de manera que el módulo de Young empleado podría ser cualquiera, siempre y cuando se emplease siempre el mismo.

De los múltiples resultados que es posible obtener con el software informático, se escoge la concentración de tensiones (Von Mises), si bien se tiene presente que en principio sólo sería estrictamente válida para materiales dúctiles. Por este motivo los resultados obtenidos se tendrán en

cuenta para tantear el grado de influencia orientativo de las alteraciones realizadas a la pieza estándar y su localización, entendiendo que realmente habría variaciones por la diferencia en las características del material.

ENSAYO DE REFERENCIA

En primer lugar se realiza el ensayo que permite conocer las tensiones máximas admisibles en la pieza estándar, aplicando como carga la máxima obtenida mediante los ensayos reales de laboratorio para la misma pieza ($14,5 \text{ N/mm}^2$).

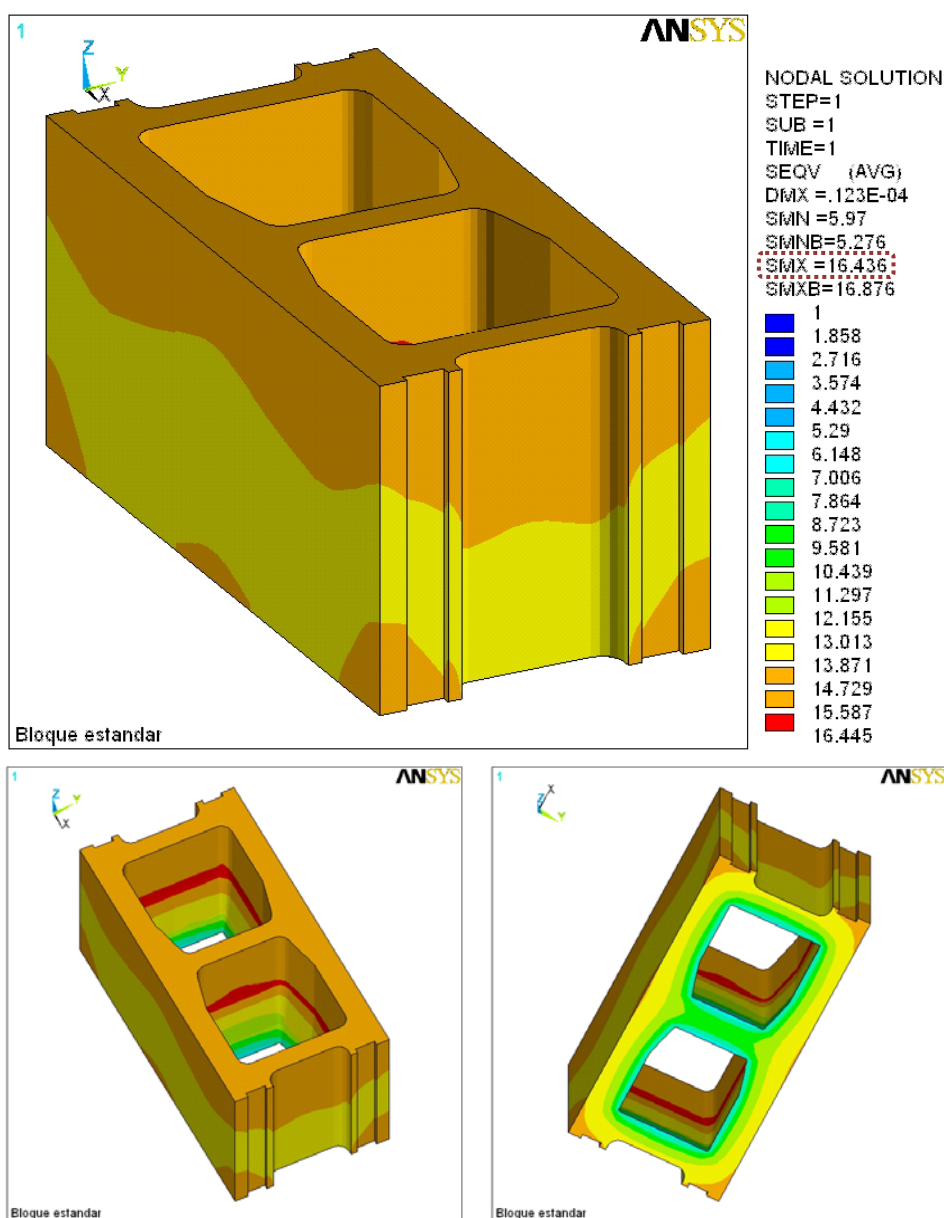


Ilustración 164. Resultados para el bloque estándar con la aplicación de la carga máxima obtenida de los ensayos reales ($14,5 \text{ N/mm}^2$). Concentración de tensiones, tensión de Von Mises.

Se extrae una tensión máxima admisible de valor 16,436, que será tenida en cuenta para los ensayos posteriores.

Se comprueba la coincidencia con las observaciones realizadas durante los ensayos reales, en cuanto que las roturas más habituales se producen justamente en las zonas marcadas en rojo en el ensayo informático (zonas de mayor concentración de tensiones).



Ilustración 165. Rotura tipo obtenida en los ensayos reales de referencia.
Coincidencia con los ensayos informáticos.

ENSAYOS COMPARATIVOS

Se trata ahora de conocer las tensiones en las piezas modificadas y saber si se sobrepasa la tensión admisible obtenida en el ensayo de referencia, cuantificando de este modo la pérdida de resistencia prevista debida a las alteraciones realizadas sobre el bloque estándar. Para ello se aplica la misma carga a modelos modificados mediante la realización de los rebajes y de los cortes, estudiando ambas modificaciones de manera independiente con el fin de valorar el grado de daño que supone cada alteración por separado.

Los resultados se muestran gráficamente mediante una gradación de colores, empleando la misma escala y graduación que en la prueba de referencia, de modo que las diferencias se evidencien más fácilmente. El tope superior de color rojo se aproxima al valor de la tensión máxima admisible, representándose en gris las zonas en las que la concentración de tensiones supera este valor.

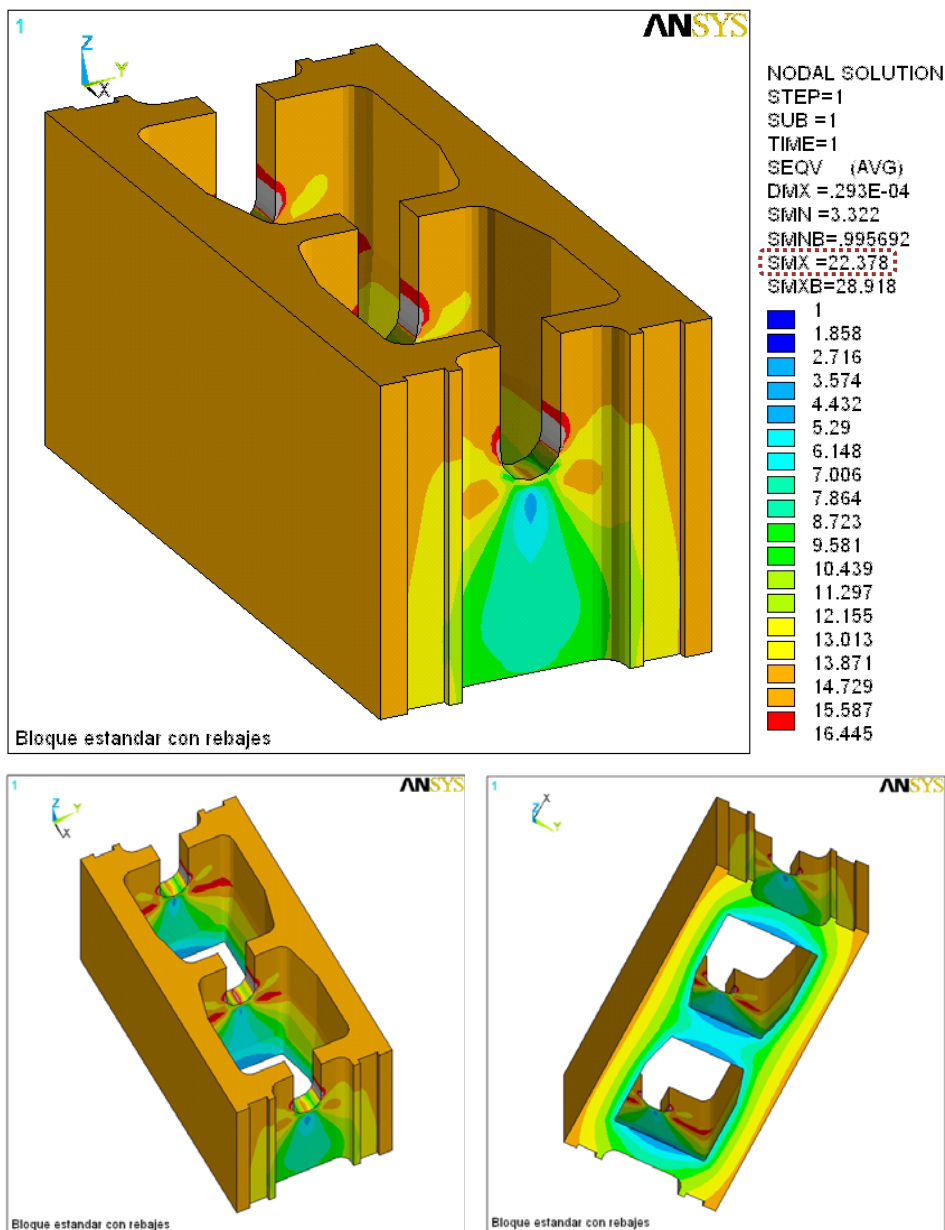


Ilustración 166. Resultados para la pieza modificadas mediante rebajes con la aplicación de la carga máxima para la pieza estándar ($14,5 \text{ N/mm}^2$).
 Concentración de tensiones, tensión de Von Mises.

Para el caso del bloque estándar modificado únicamente con los rebajes, se obtiene una tensión máxima de 22,378, sobrepasando notablemente el valor máximo establecido anteriormente en 16,436. Las zonas donde se sobrepasa dicho valor se localizan de forma clara en la parte baja de los rebajes, justamente en el punto donde la vertical se une con la curva inferior. Con estos datos se obtiene una reducción de resistencia debida a los rebajes un 26,9% inferior a la del bloque estándar.

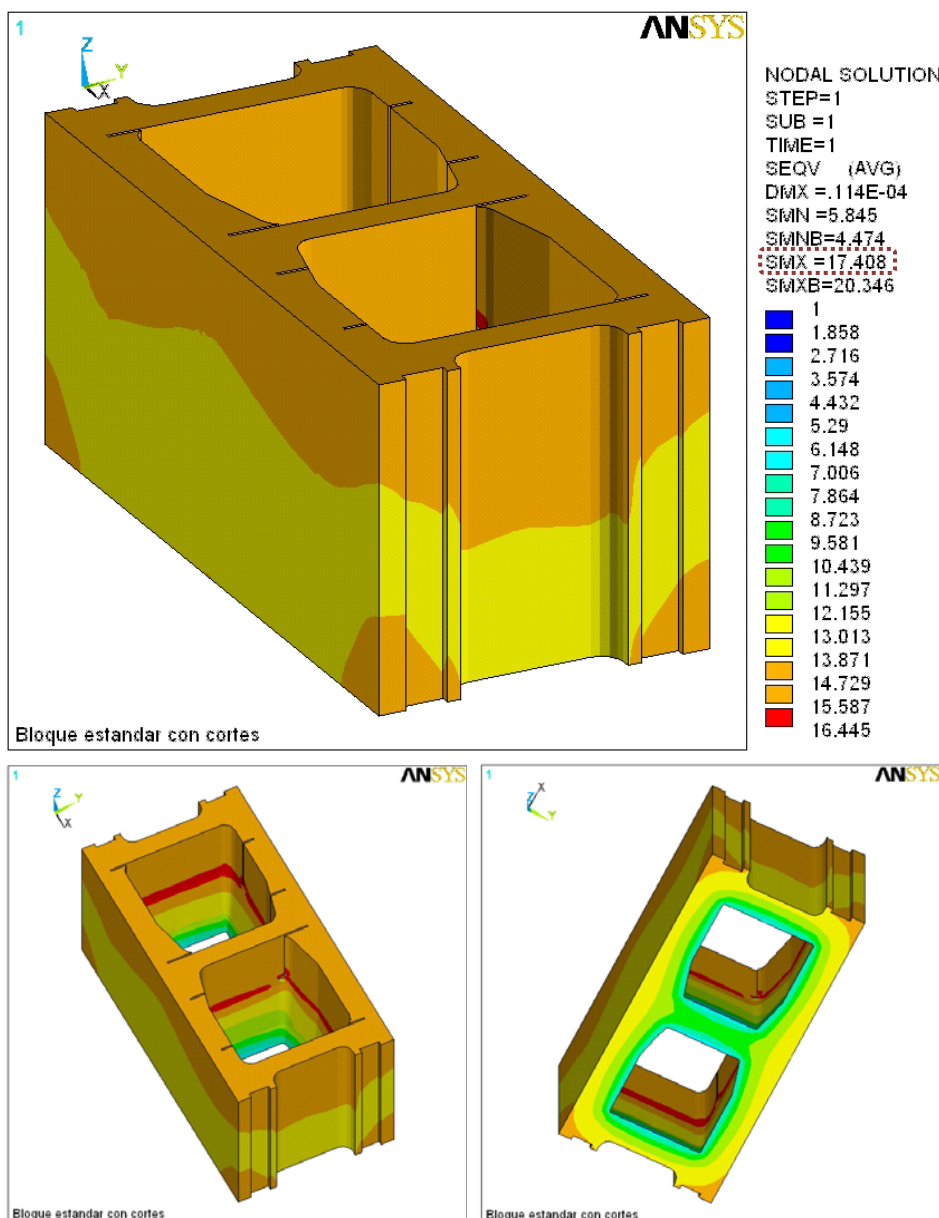


Ilustración 167. Resultados para la pieza modificada mediante cortes con la aplicación de la carga máxima para la pieza estándar ($14,5 \text{ N/mm}^2$).
Concentración de tensiones, tensión de Von Mises.

Para el caso del bloque estándar modificado únicamente con los cortes, se obtiene una tensión máxima de 17,408, sobrepasando ligeramente el valor máximo establecido anteriormente en 16,436. Las zonas donde se sobrepasa dicho valor se localizan muy puntualmente en la base de los cortes más próximos al tabiquillo central de la pieza. Con estos datos se obtiene una reducción de resistencia debida a los rebajes un 6,1% inferior a la del bloque estándar. Se observa además una distribución de tensiones muy similar a la del bloque estándar, con lo que se deduce que los cortes proyectados no afectan significativamente al comportamiento interno del bloque.

Una vez conocida la repercusión de ambas alteraciones de manera independiente, el siguiente paso será analizar la pérdida de resistencia de la pieza diseñada, conjugando rebajes y cortes.

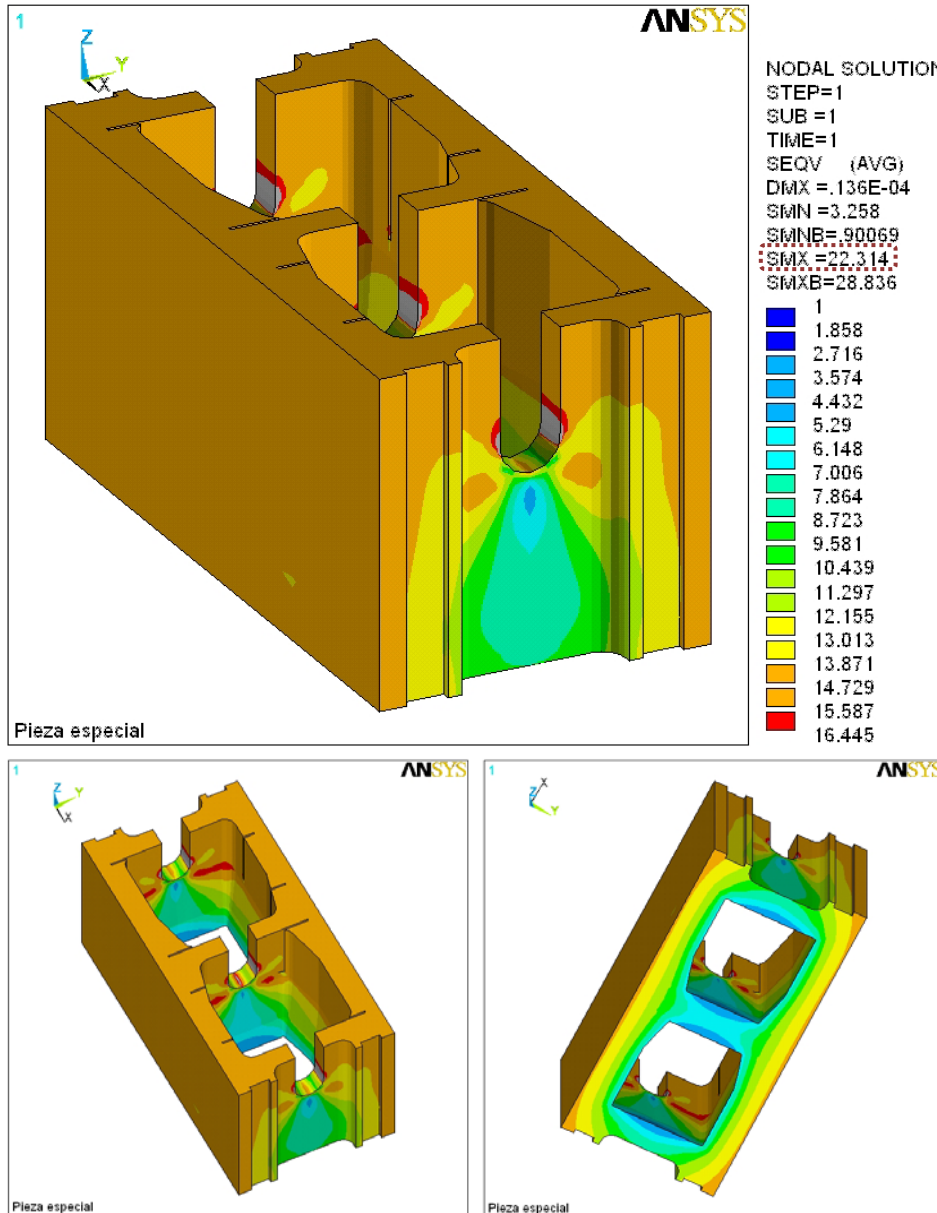


Ilustración 168. Resultados para la pieza diseñada con la aplicación de la carga máxima para la pieza estándar ($14,5 \text{ N/mm}^2$). Concentración de tensiones, tensión de Von Mises.

Finalmente para la pieza diseñada a través de las dos modificaciones se obtiene una tensión máxima de 22,314, sobrepasando notablemente el valor máximo establecido anteriormente en 16,436. Las zonas donde se sobrepasa dicho valor se localizan nuevamente, y como era de esperar, de forma clara en la parte baja de los rebajes, justamente en el punto donde la vertical se une con la curva inferior. Con estos datos se obtiene una reducción de resistencia de un 26,3% inferior a la del bloque estándar.

Al contrario de lo que cabría esperar, en este caso los valores son algo inferiores a los obtenidos para el bloque sólo con rebajes, por lo que habrá que deducir que los cortes de alguna manera alivian tensiones en la pieza al restarle levemente su rigidez.

Cuantificada pues la pérdida de resistencia debida a las modificaciones sobre la pieza estándar, resultará necesario establecer la carga máxima aplicable a la pieza diseñada, reduciendo la carga aplicada hasta igualar las tensiones resultantes con las obtenidas en el ensayo de referencia. Para ello se repite el ensayo hasta igualar la tensión máxima fijada en el ensayo de referencia en 16,436.

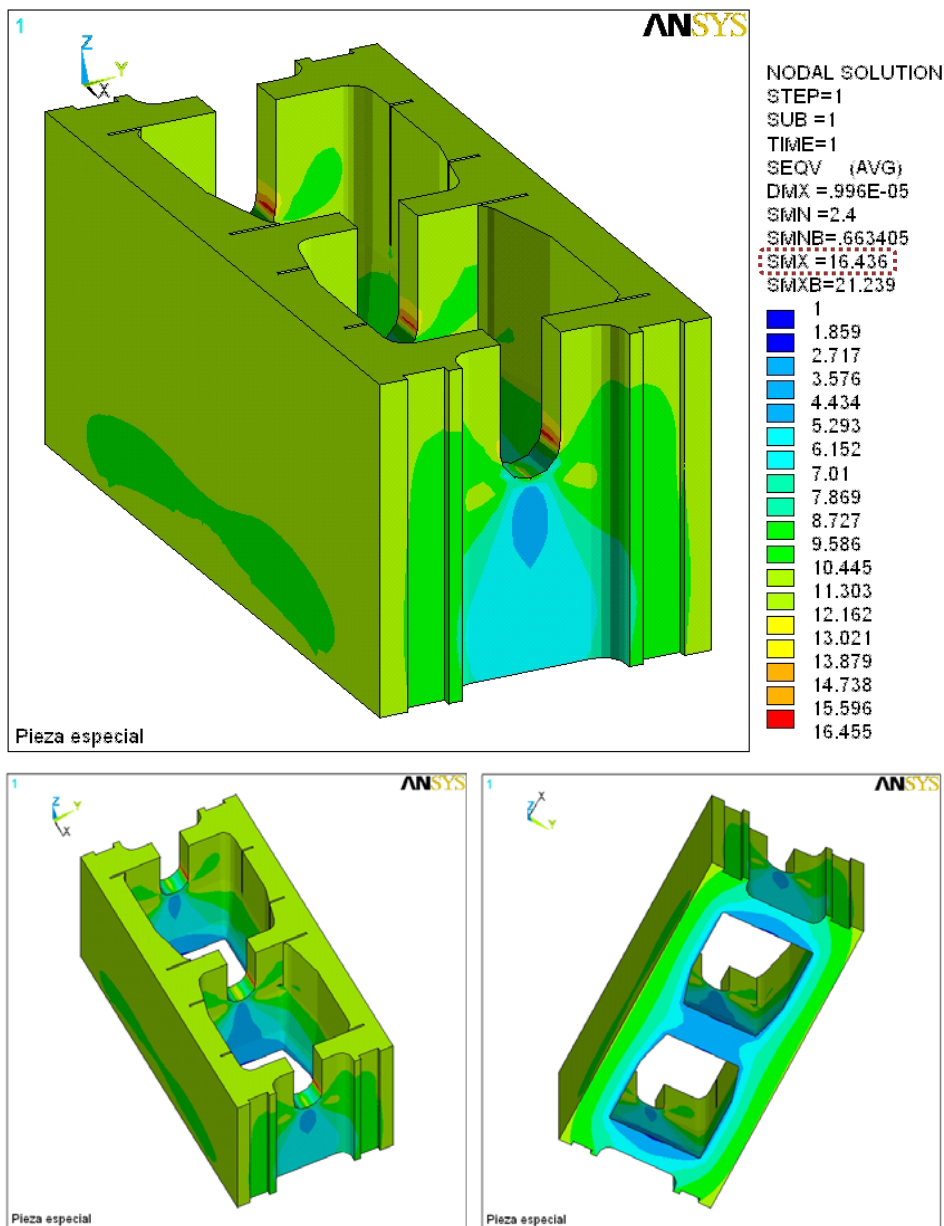


Ilustración 169. Tensiones equivalentes obtenidas para la pieza diseñada. Tensiones obtenidas con una carga aplicada de 10,7 N/mm².

Se obtiene así una carga máxima de $10,7 \text{ N/mm}^2$ (10,68), para la pieza desarrollada, lo que resulta un resultado insatisfactorio, quedando por debajo del mínimo, establecido en $12,5 \text{ N/mm}^2$. Aunque por otra parte, comparando la Ilustración 169 con las anteriores, se observa claramente que la pieza en su conjunto se encuentra menos solicitada, representándose en tonos más fríos.

OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO

Ante este resultado inesperado se hace necesario plantear una modificación del diseño propuesto hasta este punto. Estudiando los resultados anteriores se decide actuar sobre el punto donde se alcanzaron las mayores tensiones, que como ya se ha descrito se encuentra en la parte baja de los rebajes diseñados. El punto en cuestión es la transición entre la línea vertical del rebaje y la curvatura de su parte inferior, por lo que se propone la siguiente modificación, consistente en un ensanchamiento de 5 mm del rebaje en su parte superior.

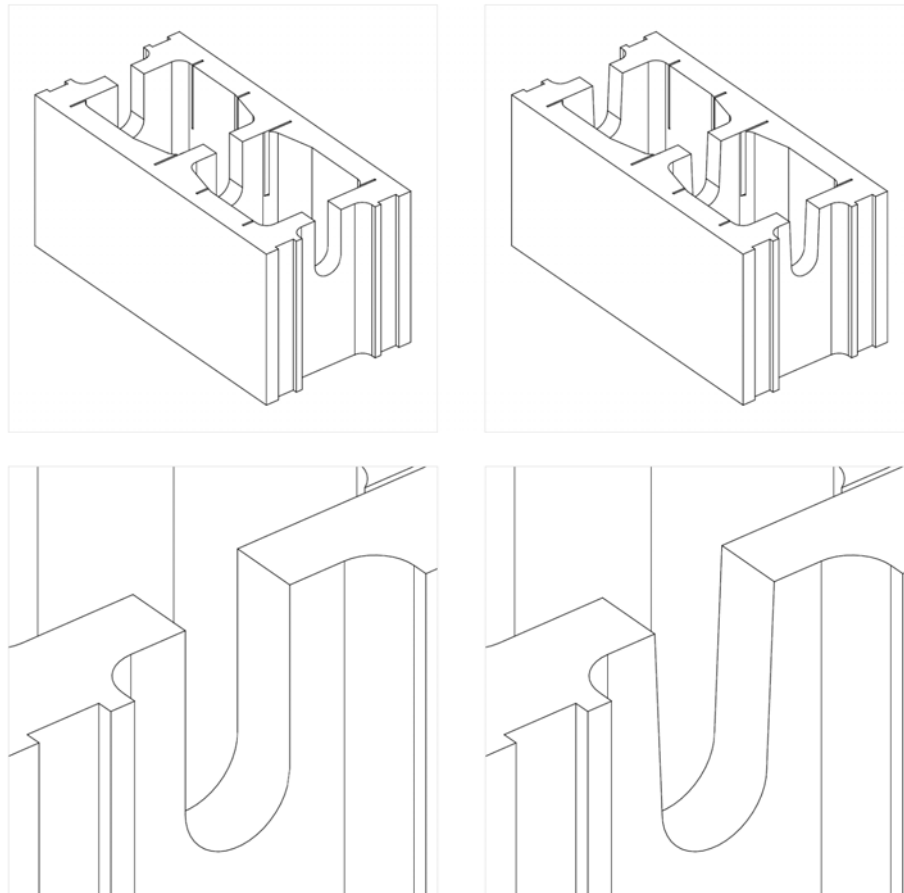


Ilustración 170. Modificación del rebaje (ensanchamiento superior de la abertura).

Con esta modificación se espera obtener no sólo la reducción de tensiones, sino que incluso podría resultar beneficioso para el proceso de fabricación, ya que puede facilitar el rellenado del molde y la compactación de la masa.

Para una primera comprobación de esta hipótesis se repiten las pruebas, esta vez con el nuevo diseño optimizado de la nueva pieza propuesta.

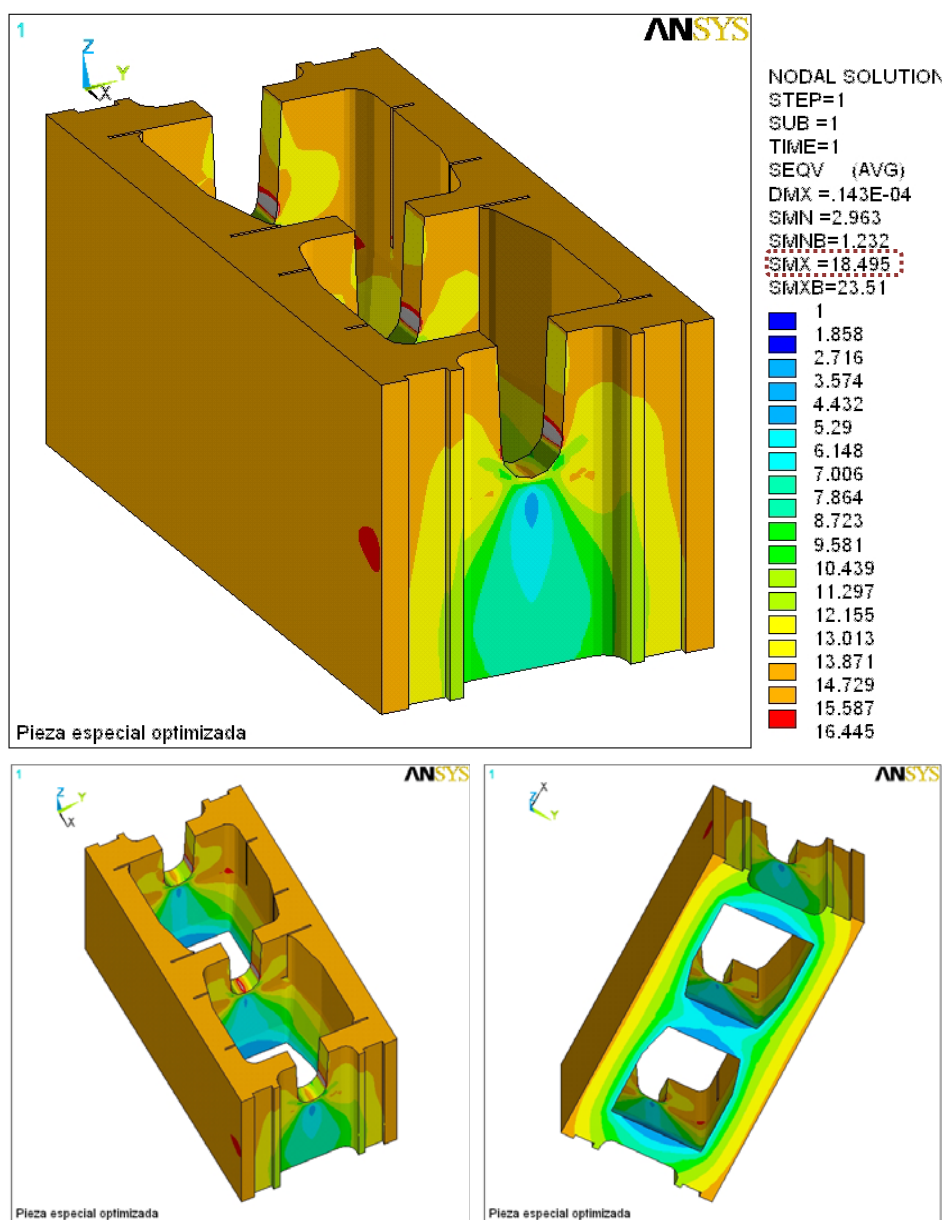


Ilustración 171. Resultados para la pieza de diseño optimizado con la aplicación de la carga máxima para la pieza estándar (14,5 N/mm²). Concentración de tensiones, tensión de Von Mises.

En este nuevo caso se obtiene una tensión máxima de 18,495 sobrepasando el valor máximo establecido anteriormente en 16,436. Con estos datos se obtiene una reducción de resistencia de un 11,6% inferior a la del bloque estándar. Con esta leve modificación del diseño se ha conseguido una optimización capaz de mejorar la resistencia de la pieza un 14,7% respecto de la anterior, lo que a priori incita a pensar que esta fase de ensayos informáticos era totalmente recomendable, a falta de comprobar su efectiva trasposición a la realidad.

Cuantificada nuevamente la pérdida de resistencia debida a las modificaciones sobre la pieza estándar, resultará necesario establecer la carga máxima aplicable a la nueva pieza de diseño optimizado, reduciendo la carga aplicada hasta igualar las tensiones resultantes con las obtenidas en el ensayo de referencia. Para ello se repite el ensayo hasta igualar la tensión máxima fijada en el ensayo de referencia en 16,436.

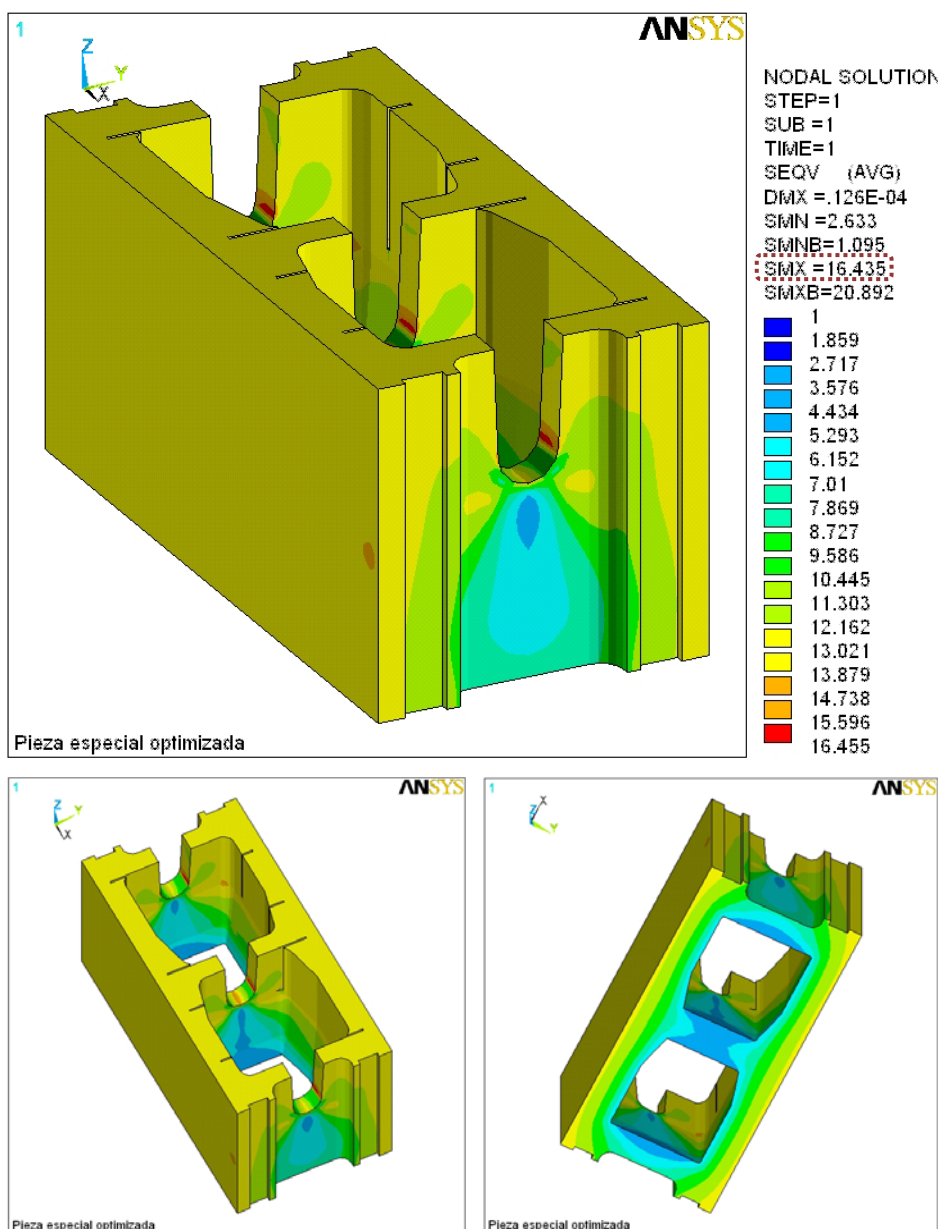


Ilustración 172. Tensiones equivalentes obtenidas para la pieza diseñada. Tensiones obtenidas con una carga aplicada de 12,9 N/mm².

Se obtiene así una resistencia máxima de 12,9 N/mm² (12,885), para la nueva pieza desarrollada, lo que resulta un resultado satisfactorio, quedando por encima del mínimo, establecido en 12,5 N/mm².

COMPROBACIÓN FINAL

Del mismo modo y a tenor de lo anterior, resulta posible comprobar que no se sobrepasan las tensiones máximas admisibles obtenidas en el ensayo de referencia, aplicando una carga de $12,5 \text{ N/mm}^2$ correspondiente a la resistencia tomada como valor mínimo exigido (según lo expuesto anteriormente en la Tabla 17).

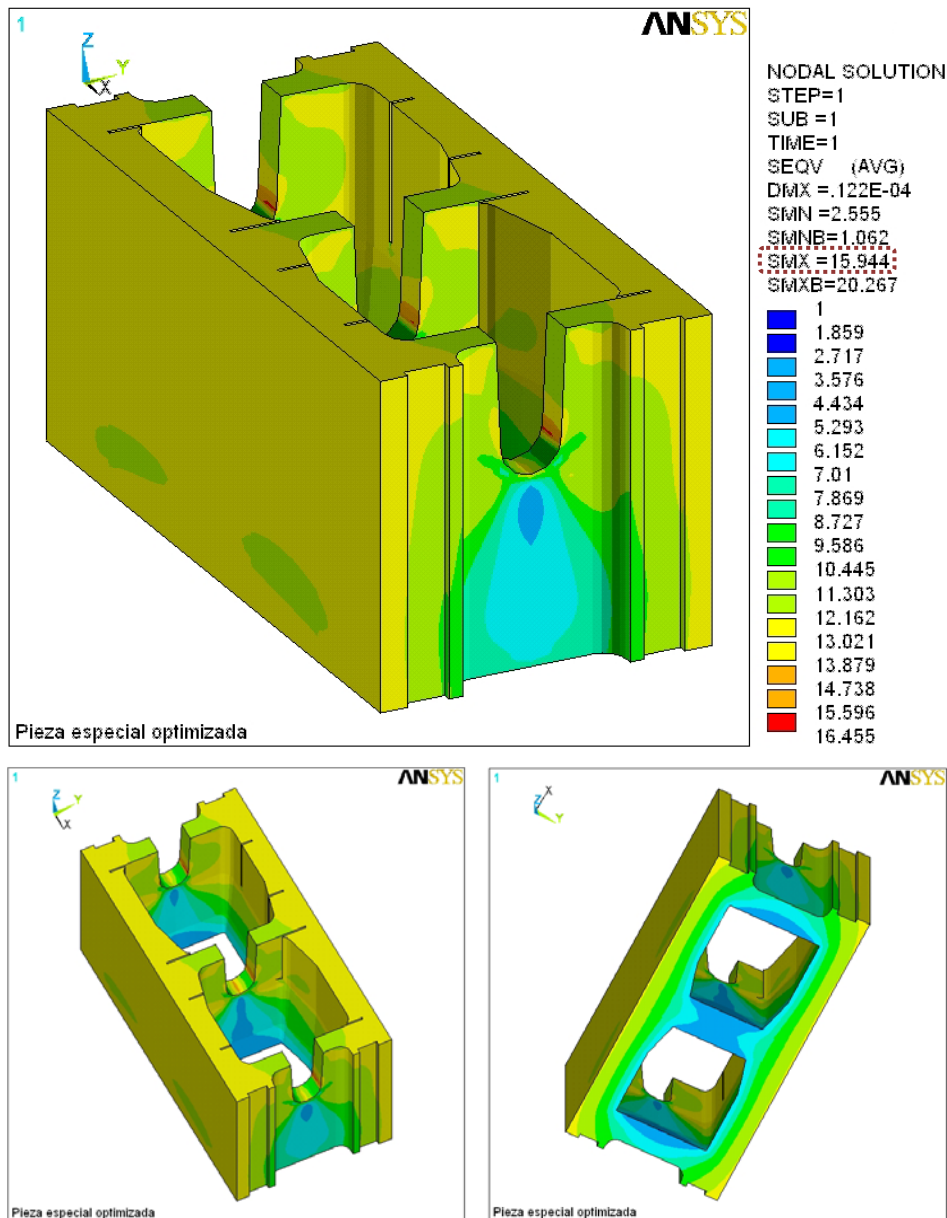


Ilustración 173. Resultados para la pieza diseñada con la aplicación de la carga mínima establecida por normativa $12,5 \text{ N/mm}^2$. No se superan las tensiones máximas ($16,436$).

Con estas dos últimas pruebas se evidencia informáticamente la validez de la pieza desarrollada por cumplir con la mínima resistencia requerida para un bloque estándar, a falta de verificar estos resultados mediante ensayos reales en laboratorio según metodología regulada normativamente.

Del mismo modo se pueden hacer las mismas comprobaciones para los casos puntuales en los que se ha practicado la abertura para la colocación de las cajas para los mecanismos.

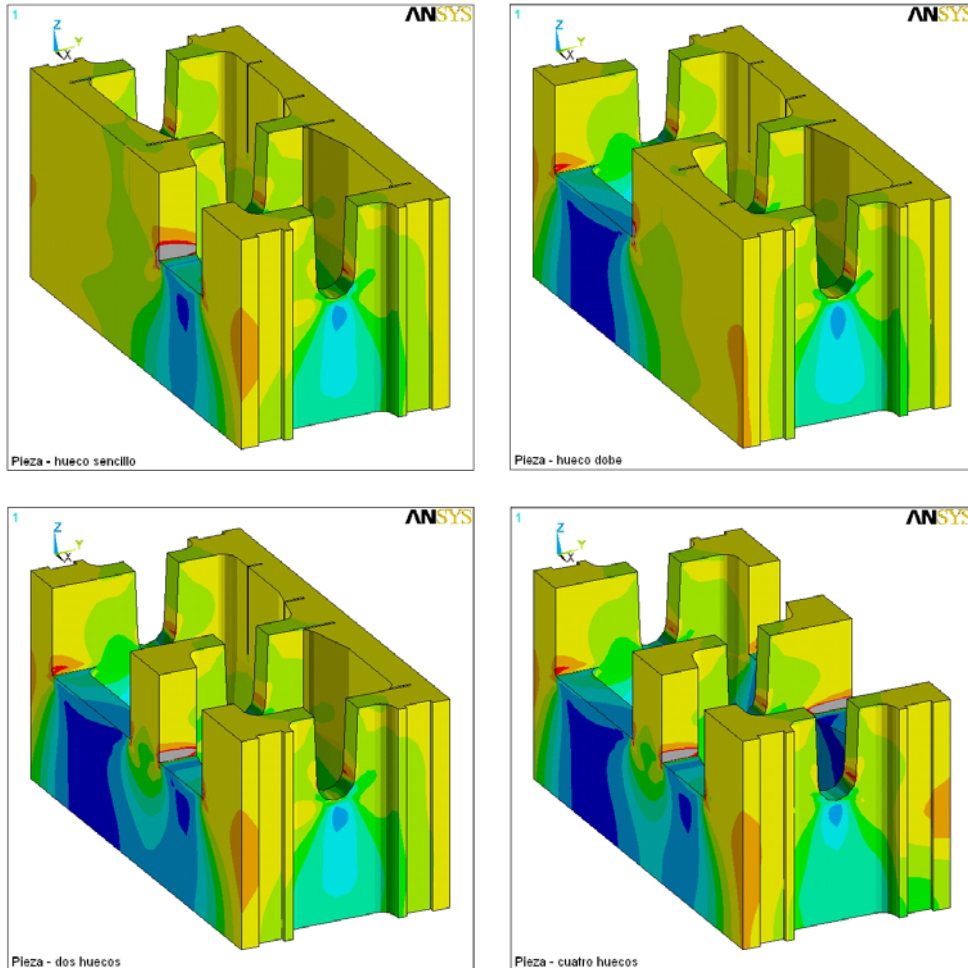


Ilustración 174. Resultados para la pieza diseñada con apertura de huecos y la aplicación de la carga mínima establecida por normativa 12,5 N/mm².
Concentración de tensiones, tensión de Von Mises.

Aunque en este último caso la resistencia queda por debajo de los límites, no resulta relevante, pues se trata de casos puntuales que no afectan al comportamiento del conjunto de la fábrica, si bien se deben respetar las indicaciones de la diferente normativa en cuanto a la apertura de rozas y rebajes.

Finalmente, sabiendo la medida (11,6%) en la que se reduce la resistencia del bloque estándar en el que se basa la nueva pieza diseñada, así como la resistencia mínima obtenida para cada caso, cualquier fabricante podría estimar a priori si le es posible fabricarla tomando como base su bloque estándar correspondiente, en función de la resistencia de ésta. Todo ello pendiente de la realización de ensayos reales en laboratorio una vez hechas las primeras pruebas de fabricación. Si la resistencia quedase por debajo de lo requerido, podría modificarse levemente la dosificación

de cemento, aumentando la resistencia notablemente, aunque habría que estudiar cada caso puntualmente.

Llegados a este punto, con el diseño comprobado y viable (aunque por el momento únicamente de manera informática), podría ser interesante conocer el comportamiento del diseño anterior, con los rebajes en disposición horizontal.

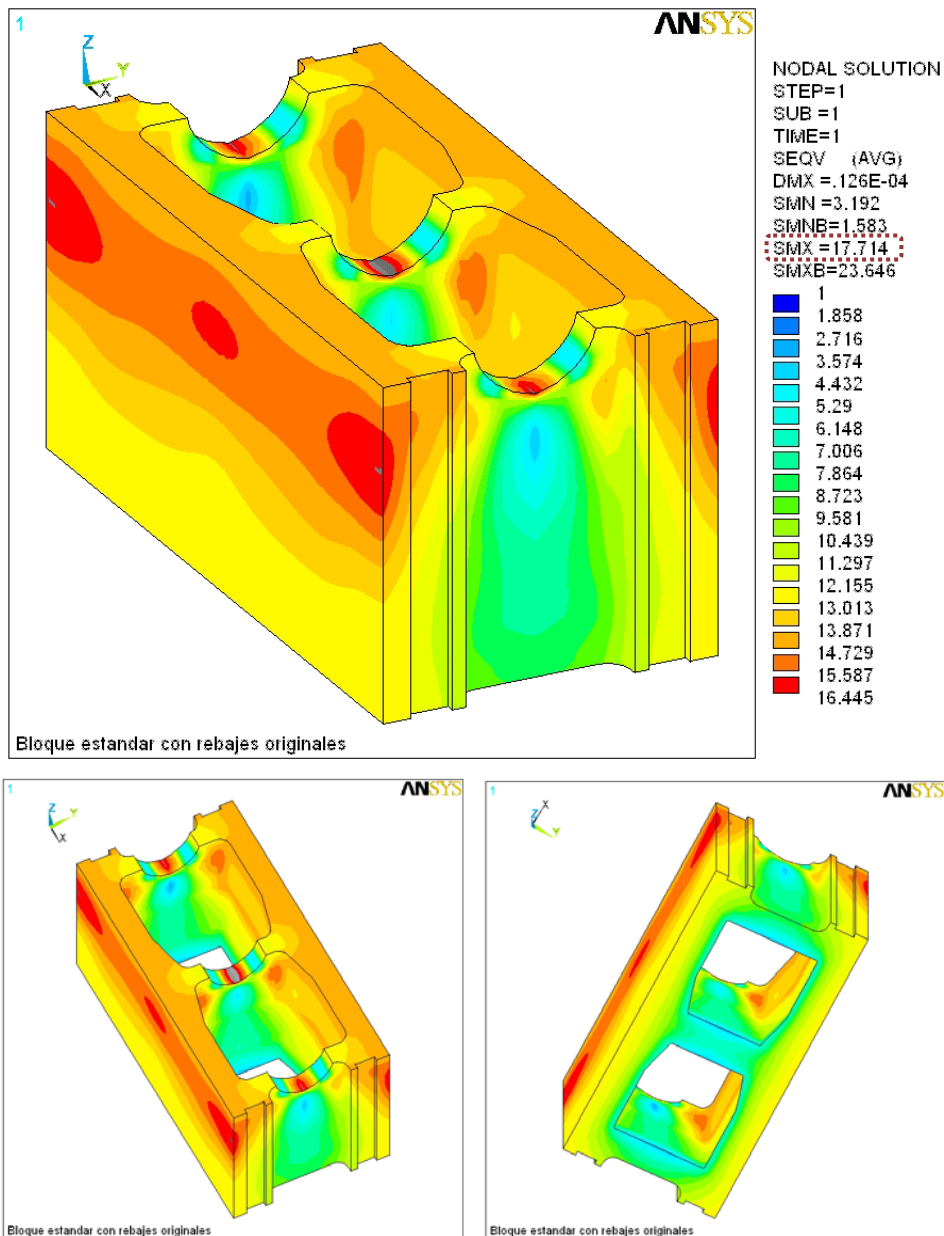


Ilustración 175. Resultados para la pieza original modificada mediante rebajes horizontales, con la aplicación de la carga máxima para la pieza estándar (14,5 N/mm²). Concentración de tensiones, tensión de Von Mises.

Se comprueba que los rebajes en horizontal afectan a la resistencia final de la pieza en menor medida que los rebajes en vertical, si bien, con la optimización desarrollada en los rebajes verticales se ha conseguido

aproximar mucho los resultados. Sin embargo se aprecia rápidamente y de manera visual en la Ilustración 175, que el conjunto de la pieza se encuentra más solicitada, representándose en tonos cálidos, en comparación con el diseño anterior representado en la Ilustración 171. Merece la pena recordar además que estos rebajes horizontales podrían dificultar la ejecución de la instalación y fabricación de la pieza, en cuanto a la obtención de un buen relleno del molde y una compactación uniforme, tal como se expuso en los condicionantes del proceso de fabricación.

4.1.1.3. Resistencia de probetas con rebajes

DESCRIPCIÓN DE LAS PROBETAS

Conocida la resistencia del bloque estándar sin alterar, se desea conocer en qué medida influyen los rebajes diseñados para el paso de las canalizaciones en la resistencia de la pieza, pero esta vez a través de ensayos reales.

Para la realización de esta prueba se utilizarán como base, tal y como se extrajo de los resultados de los ensayos de referencia, bloques estándar de hormigón normal y ancho 20 cm, por considerarlos suficientemente representativos.



Ilustración 176. Bloque estándar modificado, rebajes hechos manualmente.

Con el fin de poder realizar una comparativa que permita valorar los datos obtenidos, se realiza un ensayo paralelo con piezas estándar sin alterar cogidas del mismo lote de fabricación.

PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS

Para esto se preparan una serie de probetas consistentes en bloques estándar, a los que se le realizan los rebajes diseñados en los tabiquillos mediante herramientas eléctricas de corte.



Ilustración 177. Alteración de bloques estándar, creación de rebajes.

En primer lugar se efectúan las perforaciones con taladro y broca de corona de widia de $\varnothing 35\text{mm}$, para posteriormente recortar la parte superior del rebaje con una sierra radial. Cabe destacar la dificultad de realizar esta serie de modificaciones de manera exacta, aunque esta falta de precisión se prevé en cierta medida de escasa importancia.

Finalmente estas probetas se preparan antes de colocarse en la prensa según lo descrito anteriormente de manera general.

RESULTADOS OBTENIDOS

Con los ensayos realizados se obtienen los siguientes resultados, atendiendo a las siguientes consideraciones indicadas en la norma UNE-EN 772-1:

- . Se calcula la resistencia de cada probeta dividiendo la carga máxima por la superficie sometida a carga, que corresponde al área bruta de las piezas que se colocan a tendel continuo. Los resultados se expresan con una aproximación de $0,1 \text{ N/mm}^2$.
- . Con los resultados de cada probeta independiente se calcula la resistencia a compresión efectuando la media de las resistencias de las probetas individuales, con una aproximación de $0,1 \text{ N/mm}^2$.

Los resultados obtenidos son los siguientes, tanto para bloques con rebajes como para bloques estándar del mismo lote de fabricación con el objeto de establecer una relación comparativa.

Bloque estándar de 40x20x20 cm (397x195x192 mm) liso color gris con rebajes (-2.830 mm²)					
Probeta nº	Carga máxima aplicada	Resistencia obtenida – Área bruta	Resistencia obtenida – Área neta	Resistencia media obtenida – Área bruta	Resistencia media obtenida – Área neta
1	545,0 kN	7,5 N/mm²	14,9 N/mm²	7,6 N/mm²	15,2 N/mm²
2	538,0 kN	7,4 N/mm²	14,7 N/mm²		
3	512,5 kN	7,0 N/mm²	14,1 N/mm²		
4	586,0 kN	8,1 N/mm²	16,1 N/mm²		
5	599,5 kN	8,2 N/mm²	16,4 N/mm²		
6	542,0 kN	7,5 N/mm²	14,9 N/mm²		

Tabla 27. Resultados de rotura a compresión, bloque con rebajes.

Bloque estándar de 40x20x20 cm (397x195x192 mm) liso color gris (mismo lote que los anteriores)					
Probeta nº	Carga máxima aplicada	Resistencia obtenida – Área bruta	Resistencia obtenida – Área neta	Resistencia media obtenida – Área bruta	Resistencia media obtenida – Área neta
1	628,0 kN	8,6 N/mm²	15,7 N/mm²	8,2 N/mm²	14,8 N/mm²
2	525,0 kN	7,2 N/mm²	13,1 N/mm²		
3	573,5 kN	7,9 N/mm²	14,3 N/mm²		
4	577,0 kN	7,9 N/mm²	14,4 N/mm²		
5	608,5 kN	8,4 N/mm²	15,2 N/mm²		
6	528,5 kN	7,3 N/mm²	13,2 N/mm²		
7	670,0 kN	9,2 N/mm²	16,7 N/mm²		
8	566,0 kN	7,8 N/mm²	14,1 N/mm²		
9	655,0 kN	9,0 N/mm²	16,4 N/mm²		
10	597,5 kN	8,2 N/mm²	14,9 N/mm²		
11	533,5 kN	7,3 N/mm²	13,3 N/mm²		
12	641,5 kN	8,8 N/mm²	16,0 N/mm²		

Tabla 28. Resultados de rotura a compresión, bloque estándar (referencia para comparación).

Se comprueba la coincidencia con las observaciones realizadas durante los ensayos informáticos, en cuanto que las roturas más habituales se producen justamente en las zonas marcadas en el ensayo informático (zonas de mayor concentración de tensiones).

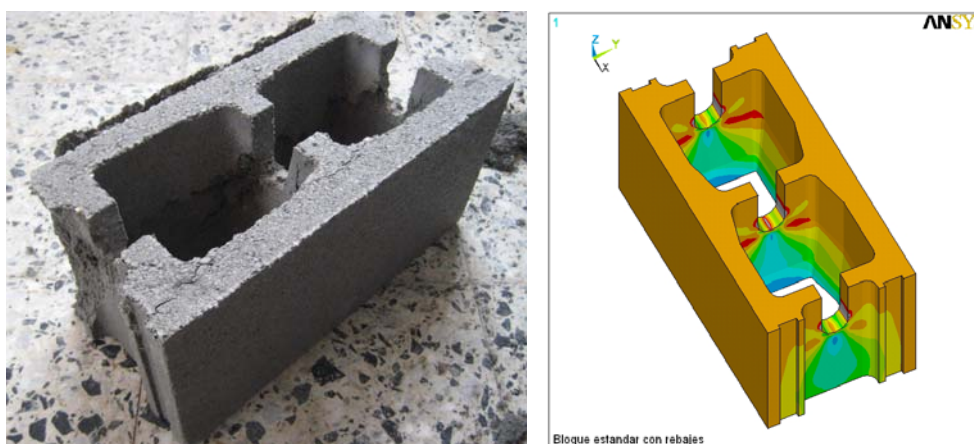


Ilustración 178. Rotura tipo obtenida en el ensayo. Coincidencia con los ensayos informáticos. (Probetas con rebajes).

VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS

Se observa la convergencia entre los resultados de este ensayo real de laboratorio con los resultados obtenidos en el ensayo informático equivalente. En este caso se comprueba una pérdida de resistencia de un 7%, mientras que el ensayo informático establecía una reducción de un 11% (ver página 205), teniendo en cuenta la resistencia considerando el área bruta (o la carga máxima aplicada), ya que considerando el área neta las resistencias no son comparables por variar esta área debido al rebaje realizado.

Al mismo tiempo, haciendo un estudio con la gran cantidad de datos proporcionados por la empresa colaboradora y sus ensayos de laboratorios externos, se puede comprobar una desviación de hasta un 5% para este mismo tipo de pieza, con lo que la reducción de resistencia calculada varía notablemente. Todo ello permaneciendo siempre por encima de los mínimos establecidos normativamente.

Estos resultados son pues favorables (más aún que los obtenidos del ensayo informático), permitiendo continuar con el proceso de desarrollo.

COMPROBACION PARA OTRAS ALTERACIONES

Puesto que se han obtenido resistencias ligeramente superiores a las esperadas, y encontrándose en un proceso de investigación se aprovecha la situación para estudiar el grado de afección de las alteraciones producidas en el bloque. En este sentido se propone realizar otras tres series de ensayos, con probetas consistentes en bloques a los que se les han realizado diferentes cortes en los tabiquillos, de este modo se comprobará la influencia del nivel de alteración realizada (tipo/s de corte/s) sobre la resistencia del bloque.



Ilustración 179. Alteración de bloques mediante la realización de diferentes cortes en los tabiquillos (no en las paredes exteriores del bloque).

Tal y como se puede apreciar en las ilustraciones y según lo anterior, los tres tipos de cortes realizados son los siguientes:

- . Un único corte de 7 cm de profundidad (la misma profundidad que el proyectado en el diseño de la pieza especial objeto de desarrollo).
- . Dos cortes paralelos de 7 cm de profundidad.

. Un corte total del bloque, obteniendo dos mitades separadas.



Ilustración 180. Similitud de roturas obtenidas en probetas con diferentes tipos de cortes.

La segunda de las alteraciones (consistente en los dos cortes paralelos) se correspondería con la descrita en el apartado 3.5. Otras posibilidades barajadas.

Para cada uno de estos tres ensayos se obtiene una reducción de resistencia de un 1% para el corte de 7 cm, de un 5% para los dos cortes de 7cm, y de un 14% para corte total. Todo ello teniendo en cuenta la resistencia considerando el área bruta (o la carga máxima aplicada), ya que considerando el área neta la resistencia no es comparable por variar esta área en función del tipo corte realizado.

Bloque estándar de 40x20x20 cm (397x195x192 mm) liso color gris con un corte de 7 cm			Bloque estándar de 40x20x20 cm (397x195x192 mm) liso color gris con dos cortes de 7 cm			Bloque estándar de 40x20x20 cm (397x195x192 mm) liso color gris seccionado en dos mitades		
Carga kN	R bruta N/mm ²	R neta N/mm ²	Carga kN	R bruta N/mm ²	R neta N/mm ²	Carga kN	R bruta N/mm ²	R neta N/mm ²
528,5	7,3	13,2	538,5	7,4	13,5	517,0	7,1	13,0
602,0	8,3	15,1	618,0	8,5	15,5	532,0	7,3	13,3
616,0	8,5	15,4	512,0	7,0	12,9	563,5	7,8	14,1
596,5	8,2	14,9	592,5	8,2	14,9	526,0	7,2	13,2
564,0	7,8	14,1	588,0	8,1	14,8	478,6	6,6	12,0
609,5	8,4	15,3	542,5	7,5	13,6	496,8	6,8	12,5
586,1	8,1	14,7	565,3	7,8	14,2	519,0	7,1	13,0
-1,0%	-1,0%	-0,6%	-4,7%	-4,7%	-3,9%	-14,1%	-14,1%	-13,6%

Tabla 29. Resultados de rotura a compresión, bloques con diferentes cortes en los tabiquillos.

Al mismo tiempo, haciendo un estudio con la gran cantidad de datos proporcionados por la empresa colaboradora y sus ensayos de laboratorios

externos, se puede comprobar una desviación de hasta un 5% para este mismo tipo de pieza (bloque de 20 cm), con lo que las reducciones de resistencia calculadas varían notablemente. Todo ello permaneciendo siempre por encima de los mínimos establecidos normativamente.

De estos ensayos se pueden extraer diversas conclusiones y observaciones:

. Cuanto más se altere la pieza menor resistencia alcanza.

. A pesar de perder resistencia con las alteraciones, aún seccionando el bloque en dos mitades, se consigue resistencia más que suficiente como para cumplir las exigencias normativas.

. Las pérdidas de resistencia obtenidas son menores a lo inicialmente esperado de manera intuitiva, ya que se han producido casos en los que han obtenido resistencias superiores a las de los bloques sin alterar. Se podría decir que los cortes de 7 cm de las muestras prácticamente no afectan a la resistencia del bloque, por lo que se espera que los cortes proyectados para la apertura de los huecos para las cajas de mecanismos tampoco reduzcan su resistencia en gran medida.

. La alteración consistente en los dos cortes paralelos ensayada en este punto y barajada anteriormente, puede dejarse reservada para casos en los que la resistencia obtenida para la pieza final resulte escasa para algún posible fabricante. Sin embargo esta solución tendría el inconveniente de la posible concentración de tensiones, localizada en la base de los rebajes (si se realizan verticalmente, sin introducir la leve apertura) descubierta en los ensayos informáticos.

. En el caso del ensayo con bloques seccionados en dos mitades, al retirar las probetas de la prensa se constata que una de las mitades permanece prácticamente indemne, siendo la otra la que se muestra colapsada. Se comprueba además que en la mitad colapsada se produce la misma rotura arquetípica obtenida en la mayoría de los ensayos anteriores, mostrada en la Ilustración 165. Rotura tipo obtenida en los ensayos reales de referencia. Coincidencia con los ensayos informáticos.).



Ilustración 181. Arquetipo de rotura obtenida en los ensayos, fácilmente apreciable en el caso del bloque totalmente seccionado.

4.1.1.4. Resistencia de probetas con cortes

DESCRIPCIÓN DE LAS PROBETAS

Conocida la resistencia del bloque estándar sin alterar, se desea conocer en qué medida influyen los cortes diseñados para la apertura de huecos en la resistencia de la pieza, pero esta vez a través de ensayos reales.

Para la realización de esta prueba se utilizarán como base, tal y como se extrajo de los resultados de los ensayos de referencia, bloques estándar de hormigón normal y ancho 20 cm, por considerarlos suficientemente representativos.



Ilustración 182. Bloque estándar modificado, cortes hechos manualmente.

Con el fin de poder realizar una comparativa que permita valorar los datos obtenidos, se realiza un ensayo paralelo con piezas estándar sin alterar cogidas del mismo lote de fabricación.

PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS

Para este ensayo se preparan una serie de probetas consistentes en bloques estándar, a los que se le realizan los cortes diseñados en las paredes exteriores mediante herramientas eléctricas de corte.



Ilustración 183. Alteración de bloques estándar, creación de cortes.

La profundidad de estos cortes es la determinada en el ensayo descrito en el apartado 4.1.2. Irregularidad de rotura, realizando estos cortes con diferentes sierras eléctricas y hojas especiales para hormigón.

Finalmente estas probetas se preparan antes de colocarse en la prensa según lo descrito anteriormente de manera general.

RESULTADOS OBTENIDOS

Con los ensayos realizados se obtienen los siguientes resultados, atendiendo a las siguientes consideraciones indicadas en la norma UNE-EN 772-1:

- . Se calcula la resistencia de cada probeta dividiendo la carga máxima por la superficie sometida a carga, que corresponde al área bruta de las piezas que se colocan a tendel continuo. Los resultados se expresan con una aproximación de $0,1 \text{ N/mm}^2$.
- . Con los resultados de cada probeta independiente se calcula la resistencia a compresión efectuando la media de las resistencias de las probetas individuales, con una aproximación de $0,1 \text{ N/mm}^2$.

Los resultados obtenidos son los siguientes, tanto para bloques con rebajes como para bloques estándar del mismo lote de fabricación con el objeto de establecer una relación comparativa.

Bloque estándar de 40x20x20 cm (397x195x192 mm) liso color gris con cortes					
Probeta nº	Carga máxima aplicada	Resistencia obtenida – Área bruta	Resistencia obtenida – Área neta	Resistencia media obtenida – Área bruta	Resistencia media obtenida – Área neta
1	608,0 kN	8,4 N/mm ²	15,3 N/mm ²	7,8 N/mm ²	14,2 N/mm ²
2	528,5 kN	7,3 N/mm ²	13,3 N/mm ²		
3	543,2 kN	7,5 N/mm ²	13,7 N/mm ²		
4	546,5 kN	7,5 N/mm ²	13,8 N/mm ²		
5	582,8 kN	8,0 N/mm ²	14,7 N/mm ²		
6	568,8 kN	7,8 N/mm ²	14,3 N/mm ²		

Tabla 30. Resultados de rotura a compresión, bloque con cortes.

Bloque estándar de 40x20x20 cm (397x195x192 mm) liso color gris (mismo lote que los anteriores)					
Probeta nº	Carga máxima aplicada	Resistencia obtenida – Área bruta	Resistencia obtenida – Área neta	Resistencia media obtenida – Área bruta	Resistencia media obtenida – Área neta
1	628,0 kN	8,6 N/mm ²	15,7 N/mm ²	8,2 N/mm ²	14,8 N/mm ²
2	525,0 kN	7,2 N/mm ²	13,1 N/mm ²		
3	573,5 kN	7,9 N/mm ²	14,3 N/mm ²		
4	577,0 kN	7,9 N/mm ²	14,4 N/mm ²		
5	608,5 kN	8,4 N/mm ²	15,2 N/mm ²		
6	528,5 kN	7,3 N/mm ²	13,2 N/mm ²		
7	670,0 kN	9,2 N/mm ²	16,7 N/mm ²		
8	566,0 kN	7,8 N/mm ²	14,1 N/mm ²		
9	655,0 kN	9,0 N/mm ²	16,4 N/mm ²		
10	597,5 kN	8,2 N/mm ²	14,9 N/mm ²		
11	533,5 kN	7,3 N/mm ²	13,3 N/mm ²		
12	641,5 kN	8,8 N/mm ²	16,0 N/mm ²		

Tabla 28. Resultados de rotura a compresión, bloque estándar (referencia para comparación).

Se comprueba la coincidencia con las observaciones realizadas durante los ensayos informáticos, en cuanto que las roturas más habituales se producen justamente en las zonas marcadas en rojo en el ensayo informático (zonas de mayor concentración de tensiones).

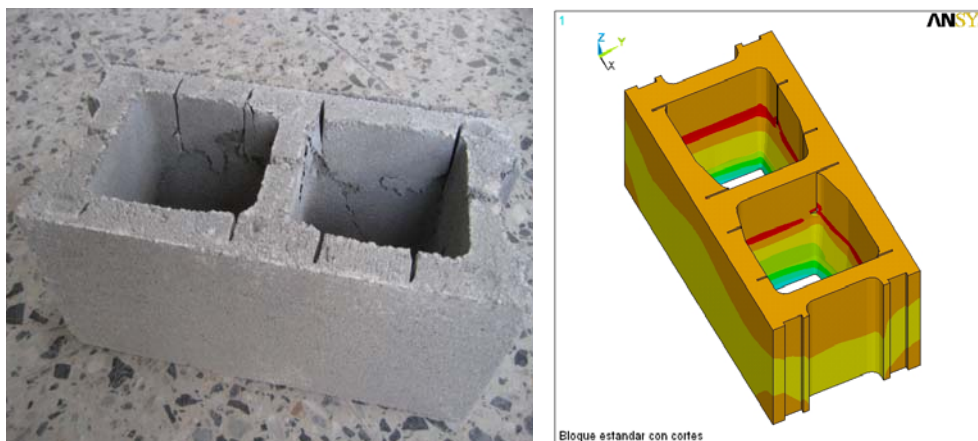


Ilustración 184. Rotura tipo obtenida en el ensayo. Coincidencia con los ensayos informáticos. (Probetas con cortes).

VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS

Se observa la convergencia entre los resultados de este ensayo real de laboratorio con los resultados obtenidos en el ensayo informático equivalente. En este caso se comprueba una pérdida de resistencia de un 5%, mientras que el ensayo informático establecía una reducción de un 6% (ver página 201), teniendo en cuenta la resistencia considerando el área bruta (o la carga máxima aplicada), ya que considerando el área neta las resistencias no son comparables por variar esta área debido a los cortes realizados.

A tenor de los resultados de este ensayo resulta destacable la escasa influencia de los cortes sobre la resistencia a compresión de los bloques, a pesar de que estos permiten una rotura adecuada frente al golpe de martillo por un operario a la hora de abrir el hueco en la fábrica, tal y como se expone en el apartado 4.1.2. Irregularidad de rotura).

Al mismo tiempo, haciendo un estudio con la gran cantidad de datos proporcionados por la empresa colaboradora y sus ensayos de laboratorios externos, se puede comprobar una desviación de hasta un 5% para este mismo tipo de pieza, con lo que la reducción de resistencia calculada varía notablemente. Todo ello permaneciendo siempre por encima de los mínimos establecidos normativamente.

Estos resultados son pues favorables (más aún que los obtenidos del ensayo informático), permitiendo continuar con el proceso de desarrollo.

COMPROBACION PARA OTRAS ALTERACIONES

Al igual que en el caso anterior, y teniendo en cuenta que nos encontramos en un proceso de investigación, se aprovecha la situación para estudiar la reducción de resistencia en probetas consistentes en bloques con los cortes descritos aunque esta vez pasantes, de modo que atravesasen totalmente la pared del bloque.

Los resultados obtenidos son tremendamente similares a los obtenidos en las piezas con cortes no pasantes, con valores equiparables a los de la Tabla 30. Resultados de rotura a compresión, bloque con cortes.

4.1.1.5. Resistencia de probetas con rebajes y cortes

DESCRIPCIÓN DE LAS PROBETAS

Conocida la resistencia del bloque estándar sin alterar, se desea conocer en qué medida influyen sobre la resistencia de la pieza todas las modificaciones diseñados, pero esta vez a través de ensayos reales.

Para la realización de esta prueba se utilizarán como base, tal y como se extrajo de los resultados de los ensayos de referencia, bloques estándar de hormigón normal y ancho 20 cm, por considerarlos suficientemente representativos.



Ilustración 185. Bloque estándar modificado, rebajes y cortes hechos manualmente.

Con el fin de poder realizar una comparativa que permita valorar los datos obtenidos, se realiza un ensayo paralelo con piezas estándar sin alterar cogidas del mismo lote de fabricación.

PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS

Para este ensayo se preparan una serie de probetas consistentes en bloques estándar, a los que se le realizan los rebajes y cortes diseñados mediante herramientas eléctricas de corte, siguiendo los procedimientos descritos en los puntos anteriores.

En primer lugar se efectúan las perforaciones con taladro y broca de corona de widia de Ø35mm, para posteriormente recortar la parte superior del rebaje con una sierra radial. Cabe destacar la dificultad de realizar esta serie de modificaciones de manera exacta, aunque esta falta de precisión se prevé en cierta medida de escasa importancia.

La profundidad de los cortes es la determinada en el ensayo descrito en el apartado 4.1.2. Irregularidad de rotura, realizando estos cortes con una sierra eléctrica y hoja especial para hormigón.

Finalmente estas probetas se preparan antes de colocarse en la prensa según lo descrito anteriormente de manera general.

RESULTADOS OBTENIDOS

Con los ensayos realizados se obtienen los siguientes resultados, atendiendo a las siguientes consideraciones indicadas en la norma UNE-EN 772-1:

. Se calcula la resistencia de cada probeta dividiendo la carga máxima por la superficie sometida a carga, que corresponde al área bruta de las piezas que se colocan a tendel continuo. Los resultados se expresan con una aproximación de 0,1 N/mm².

. Con los resultados de cada probeta independiente se calcula la resistencia a compresión efectuando la media de las resistencias de las probetas individuales, con una aproximación de 0,1 N/mm².

Los resultados obtenidos son los siguientes, tanto para bloques con rebajes como para bloques estándar del mismo lote de fabricación con el objeto de establecer una relación comparativa.

Bloque estándar de 40x20x20 cm (397x195x192 mm) liso color gris con rebajes (-2.830 mm ²) y cortes					
Probeta n°	Carga máxima aplicada	Resistencia obtenida – Área bruta	Resistencia obtenida – Área neta	Resistencia media obtenida – Área bruta	Resistencia media obtenida – Área neta
1	604,5 kN	8,3N/mm ²	16,7 N/mm ²	7,5 N/mm ²	14,9 N/mm ²
2	521,8 kN	7,2 N/mm ²	14,5 N/mm ²		
3	532,5 kN	7,3 N/mm ²	14,8 N/mm ²		
4	547,0 kN	7,5 N/mm ²	15,2 N/mm ²		
5	514,0 kN	7,1 N/mm ²	14,2 N/mm ²		
6	534,6 kN	7,4 N/mm ²	14,8 N/mm ²		

Tabla 31. Resultados de rotura a compresión, bloque con rebajes y cortes.

Bloque estándar de 40x20x20 cm (397x195x192 mm) liso color gris (mismo lote que los anteriores)					
Probeta n°	Carga máxima aplicada	Resistencia obtenida – Área bruta	Resistencia obtenida – Área neta	Resistencia media obtenida – Área bruta	Resistencia media obtenida – Área neta
1	628,0 kN	8,6 N/mm ²	15,7 N/mm ²	8,2 N/mm ²	14,8 N/mm ²
2	525,0 kN	7,2 N/mm ²	13,1 N/mm ²		
3	573,5 kN	7,9 N/mm ²	14,3 N/mm ²		
4	577,0 kN	7,9 N/mm ²	14,4 N/mm ²		
5	608,5 kN	8,4 N/mm ²	15,2 N/mm ²		
6	528,5 kN	7,3 N/mm ²	13,2 N/mm ²		
7	670,0 kN	9,2 N/mm ²	16,7 N/mm ²		
8	566,0 kN	7,8 N/mm ²	14,1 N/mm ²		
9	655,0 kN	9,0 N/mm ²	16,4 N/mm ²		
10	597,5 kN	8,2 N/mm ²	14,9 N/mm ²		
11	533,5 kN	7,3 N/mm ²	13,3 N/mm ²		
12	641,5 kN	8,8 N/mm ²	16,0 N/mm ²		

Tabla 28. Resultados de rotura a compresión, bloque estándar (referencia para comparación).

Se comprueba la coincidencia con las observaciones realizadas durante los ensayos informáticos, en cuanto que las roturas más habituales se producen justamente en las zonas marcadas en rojo en el ensayo informático (zonas de mayor concentración de tensiones).

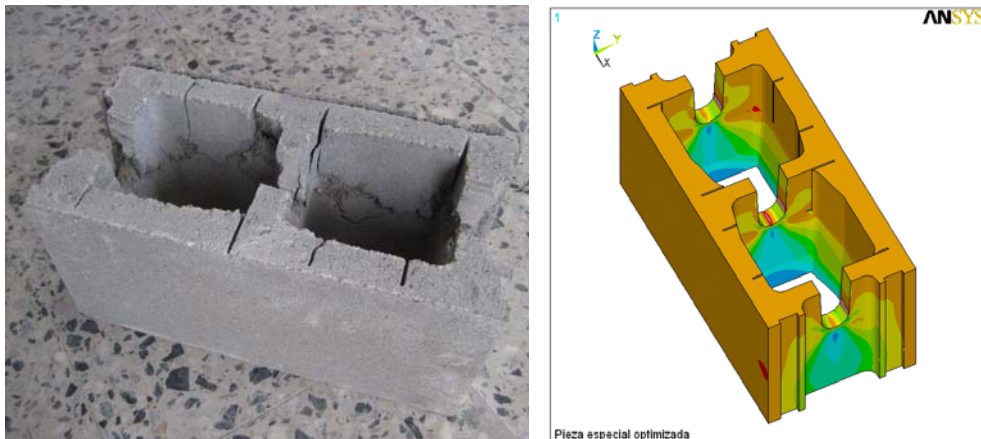


Ilustración 186. Rotura tipo obtenida en el ensayo. Coincidencia con los ensayos informáticos. (Probetas con rebajes y cortes).

VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS

Se observa la convergencia entre los resultados de este ensayo real de laboratorio con los resultados obtenidos en el ensayo informático equivalente. En este caso se comprueba una pérdida de resistencia de un 9%, mientras que el ensayo informático establecía una reducción de un 11%, teniendo en cuenta la resistencia considerando el área bruta (o la carga máxima aplicada), ya que considerando el área neta las resistencias no son comparables por variar esta área debido al rebaje y los cortes realizados.

Al mismo tiempo, haciendo un estudio con la gran cantidad de datos proporcionados por la empresa colaboradora y sus ensayos de laboratorios externos, se puede comprobar una desviación de hasta un 5%, con lo que la reducción de resistencia calculada varía notablemente. Todo ello permaneciendo siempre por encima de los mínimos establecidos normativamente.

Estos resultados son pues favorables, más aún que los obtenidos del ensayo informático.

Finalmente, y como consecuencia fundamental, se hace posible continuar con el proceso de desarrollo, por cumplir con el requisito fundamental de resistencia requerida.

4.1.2. IRREGULARIDAD DE ROTURA


Como ya se expuso, una rotura extremadamente irregular a la hora abrir los huecos destinados a albergar las cajas empotradas para los mecanismos eléctricos, arruinaría la buena presencia de la fábrica vista en el entorno de los mismos, malogrando los resultados y objetivos buscados.

El tipo de rotura dependerá principalmente de los cortes realizados en la pieza, de modo que con este ensayo se establecerá la profundidad idónea para estos cortes.

El modo de analizar este factor será la ejecución de pruebas en las que las probetas consistirán en bloques estándar con cortes de diferentes profundidades. Estas probetas se someterán a un impacto previamente fijado, siempre igual para todos los casos, establecido de un modo empírico y llevado a cabo a través de un instrumento de diseño propio.

La fuerza del golpe aplicado será la equivalente a la media ejercida por un golpe de martillo realizado por un operario. Para la obtención de este dato se procede a medir la profundidad a la que se clava una punta de acero en un tablero de DM, cuando tres operarios tomados como referencia la golpean con un martillo, tomando tres medidas por operario. Se toma como mártir un tablero de DM por tener una consistencia aceptable y ser un material uniforme, al contrario que un tablón de madera en el que la naturaleza de la madera produce zonas con diferentes resistencias.

Golpeo de clavos sobre tablero de DM



Probeta nº	Operario	Profundidad lograda (clavo sobran- te)	Profundidad media lograda (clavo sobran- te)
1	Operario A	21,0 mm	21,3 mm
2		21,5 mm	
3		21,5 mm	
4	Operario B	19,6 mm	21,3 mm
5		22,1 mm	
6		22,3 mm	
7	Operario C	20,5 mm	21,4 mm
8		21,6 mm	
9		22,0 mm	
Profundidad media lograda (clavo sobran- te)			21,3 mm

Tabla 32. Toma de datos de referencia para la cuantificación del golpe a considerar.

Conocida la magnitud de la fuerza aplicada en el golpe de martillo de un operario, se tomará esta como la que debería ser necesaria para abrir el hueco reservado para la colocación de los mecanismos eléctricos en la fábrica, o en su defecto para determinar el número de golpes necesarios.

Para asegurarse de que la fuerza del golpe sobre las probetas es una constante, y con el valor anteriormente obtenido experimentalmente, se dejará caer un peso de acero a modo de martillo desde una altura tal que clave en un tablero de DM la misma punta de acero a la misma profundidad que en las pruebas con los operarios. Tras las pruebas realizadas se comprueba que la equivalencia se obtiene con un peso escogido de 1.860 gr liberado en caída libre desde una altura de 70 cm.

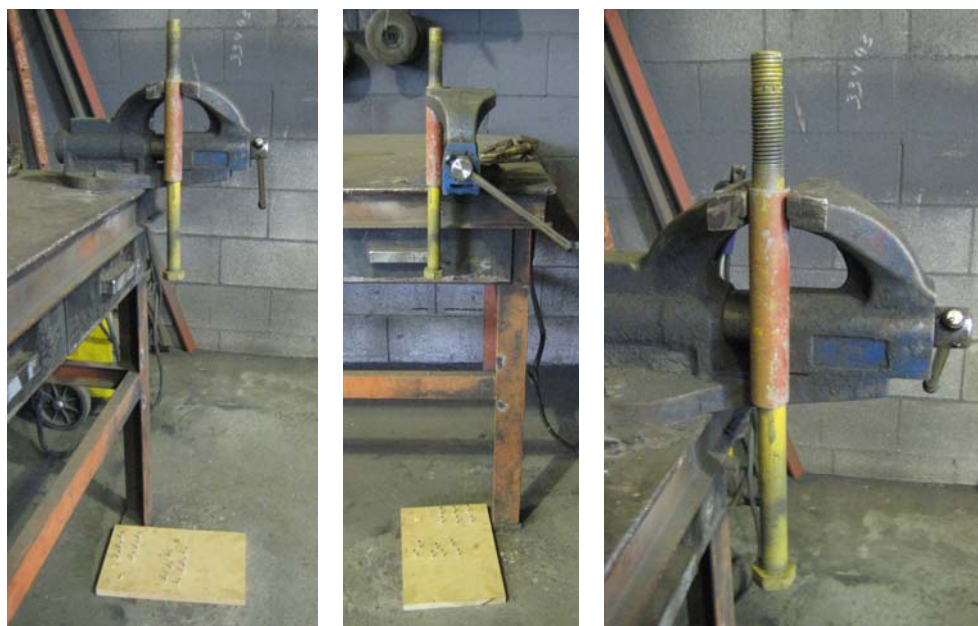


Ilustración 187. Peso de 1.860 gr (amarillo) que desliza en caída libre por el interior de la guía fija (rojo).

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

Una vez obtenidos los datos previos necesarios, se procede a realizar el ensayo, consistente en imprimir el golpe sobre las diferentes probetas, para luego cuantificar la irregularidad en la rotura de la pieza alrededor del hueco abierto. Al mismo tiempo se obtendrá el número de golpes necesarios para abrir el hueco.

El método planteado para cuantificar la irregularidad de la rotura sería tomando dos datos de cada probeta: la mayor dimensión en sentido perpendicular al establecido para el hueco y la superficie de rotura en la cara exterior del bloque. La forma de medir esta superficie tan sumamente irregular sería a través de fotografía y posterior medición con medios informáticos.

Sin embargo y tal y como se desprende de los resultados obtenidos, no se realizarán las mediciones descritas, pues en ninguno de los huecos abiertos se produjeron roturas fuera de los márgenes establecidos, quedando pequeños fragmentos hacia el interior del hueco fácilmente desprendibles, si bien se obtiene un gran fragmento que define el resto del hueco.

Por este motivo se cuantificará la superficie de hueco abierta (en lugar de la superficie rota alrededor del hueco buscado) mediante fotografía y medición a escala en ordenador.

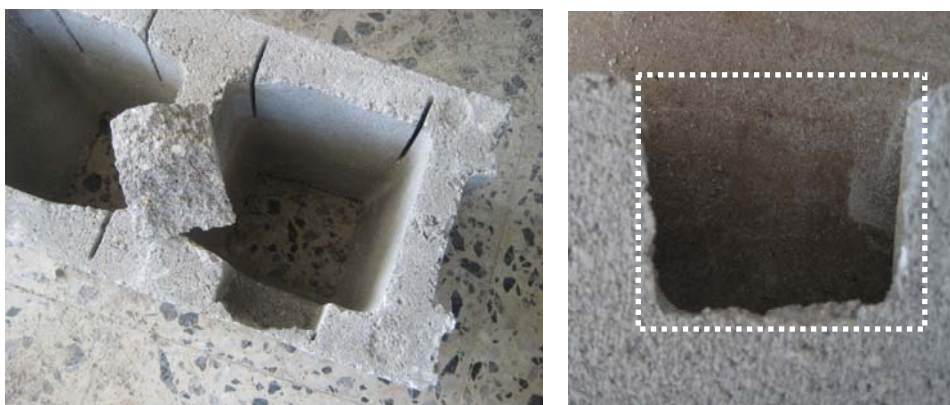


Ilustración 188. Superficie de rotura en la cara exterior del bloque. No se produce rotura por fuera de los márgenes establecidos.

DESCRIPCIÓN DE LAS PROBETAS

Para este ensayo se preparan una serie de probetas consistentes en bloques estándar seccionados longitudinalmente (para facilitar la ejecución de los cortes), a los que se le realizan los cortes diseñados, mediante herramientas eléctricas, por la cara interior de las paredes exteriores.



Ilustración 189. Alteración de bloques estándar seccionados longitudinalmente mediante esplitadora, y creación de cortes con diferentes profundidades mediante sierra eléctrica.

Los cortes de rotura programada se realizan con dos profundidades diferentes, de modo que resulten dos espesores finales en la pared del bloque, de 5 y 10 mm, esperando una diferencia apreciable y cuantificable según lo descrito. Estos dos valores propuestos para la profundidad del corte a estudiar se han establecido mediante unas pequeñas pruebas previas.

RESULTADOS OBTENIDOS

Tal como se ha mencionado, los resultados son contrarios a los esperados, ya que se trataba de cuantificar la rotura del bloque por el exterior de la zona destinada a alojar las cajas empotradas, y en realidad esta rotura queda ligeramente por el interior.

Los resultados obtenidos según lo anterior son los reflejados en la siguiente tabla:

Medio bloque estándar longitudinal de 40x20x20 cm (397x195x192 mm) liso color gris con cortes				
Probeta nº	Espesor de pared en el corte	Tipo de hueco	Nº de golpes	Superficie de rotura
1	10 mm	Sencillo	3	5.020 mm ² 90%
2			3	4.950 mm ² 88%
3			3	5.110 mm ² 91%
4	10 mm	Doble	4	9.760 mm ² 89%
5			4	9.820 mm ² 89%
6			4	9.930 mm ² 90%
7	5 mm	Sencillo	1	5.240 mm ² 93%
8			1	5.180 mm ² 92%
9			1	5.050 mm ² 90%
10	5 mm	Doble	2	10.320 mm ² 94%
11			2	10.130 mm ² 92%
12			2	9.840 mm ² 90%

Tabla 33. Resultados del ensayo para cuantificar la rotura. Cortes para espesores de 5 y 10 mm.

VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS

Se observa la escasa diferencia en las roturas registradas, quedando todas ellas dentro del margen cubierto por el marco que rodea los mecanismos según las medidas medias estándar de los fabricantes, reflejadas en la Ilustración 134. Despiece del conjunto: mecanismo + tapa + marco. y la Ilustración 135. Ejemplos y dimensiones orientativas de los marcos (según fabricantes y modelos).

Según esto se opta por un espesor de pared resultante tras el corte de 5 mm para continuar con el proceso de desarrollo por obtenerse una rotura mejor, sin llegar a perjudicar el bloque (ver apartado 4.1.1.4. Resistencia de probetas con cortes), y con un menor número de golpes.

Las mayores imperfecciones en la rotura se encuentran siempre en la parte baja del hueco, debido sin duda al aumento de resistencia que lleva aparejado el crecimiento de la sección de la pared del bloque (y al mismo tiempo por la dificultad que entraña la correcta ejecución del corte por medios manuales en dicha zona). Por este motivo se realiza una nueva

mejora muy sutil en el diseño de la pieza, consistente en reducir el espesor de esta pared en la zona a romper, dejándola de espesor constante. Esta reducción de espesor será mínima, aunque suficiente para conducir nuevamente la rotura, aunque esta vez en sentido horizontal.

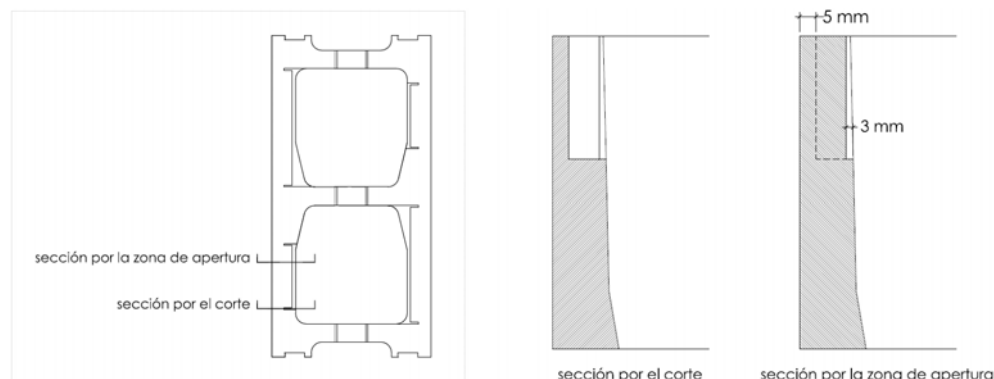


Ilustración 190. Nueva mejora del diseño de la pieza. Espesor reducido y constante en la zona de apertura de huecos.

Esta forma de obtener el debilitamiento necesario se ve motivada por el proceso de fabricación, ya que resulta imposible hacer cortes horizontales en el molde de la máquina-prensa sin que se impida el desmoldeo.

Como resultado colateral, en este ensayo se ha podido comprobar la buena rotura del bloque en la gran mayoría de los casos, obteniéndose grandes fragmentos. Según esto, y como valor añadido al sistema desarrollado, se podría decir que al mismo tiempo que se facilita la integración y ejecución de la instalación eléctrica, se está reduciendo la producción de residuos o la limpieza en la ejecución de la obra, pues se evita la dispersión de pequeños fragmentos tanto hacia fuera de la fábrica como su caída al interior de la misma (por los huecos verticales del bloque, comunicados entre hiladas).

Cabe destacar que este ensayo se tomará como dato orientativo, pues la rotura producida depende enormemente de los cortes realizados, y los cortes de este ensayo difieren mucho de los que resultarán del proceso de fabricación industrializado. Sin embargo ha servido para establecer una profundidad para estos cortes, que será verificada con los ensayos a realizar sobre las piezas fabricadas. Del mismo modo estos resultados han sido obtenidos con bloques aislados, sin estar confinados dentro de una fábrica, y por lo tanto sin la resistencia a la rotura y apertura del hueco que proporciona el mortero de juntas de la hilada superior.

COMPROBACION PARA OTRAS ALTERACIONES

Llegados a este punto resultará interesante estudiar otra variación, al igual que en el ensayo del apartado 4.1.1.3. Resistencia de probetas con rebajes. En este caso se comprobará la rotura producida llevando los cortes al máximo, haciéndolos pasantes, de modo que atraviesen la pared del bloque. Tal y como se expuso en la Parte 1.c de esta tesis este es uno de los métodos de apertura de huecos empleados actualmente durante el levantamiento de la fábrica.



Ilustración 191. Bloque con cortes pasantes. Hueco sencillo abierto con una rotura casi perfecta.

Bloque estándar de 40x20x20 cm (397x195x192 mm) liso color gris con cortes pasantes				
Probeta nº	Espesor de pared en el corte	Tipo de hueco	Nº de golpes	Superficie de rotura
1	0 mm	Sencillo	1	5.680 mm ² 98%
2			1	5.710 mm ² 99%
3			1	5.700 mm ² 99%
4	0 mm	Doble	1	10.480 mm ² 96%
5			1	10.330 mm ² 94%
6			1	10.420 mm ² 95%

Tabla 34. Resultados del ensayo para cuantificar la rotura. Cortes pasantes.

Estos resultados muestran una rotura casi perfecta y con un único golpe, que contrasta con los resultados anteriores, en los que la diferencia era de únicamente 5 mm de espesor de hormigón en los cortes. Con esto se evidencia la importancia de la exactitud en la ejecución de estos cortes, dificultosa especialmente en la parte inferior, precisamente donde se registraron las mayores irregularidades.

4.2. PRUEBAS DE FABRICACIÓN

Hasta este punto se ha comprobado la idoneidad de la pieza diseñada, elaborada en un primer momento de un modo "artesanal", debido a la complejidad, la infraestructura necesaria y los costes derivados de las pruebas de fabricación por medios industriales. Sin embargo habiendo justificado ya la viabilidad de la pieza, se dará el paso siguiente hacia las pruebas de fabricación industriales, posibilitadas siempre gracias a la empresa colaboradora.

4.2.1. PREPARACIÓN DEL MOLDE

En primer lugar, para tratar de fabricar la pieza especial desarrollada, será necesario obtener un molde adaptado, pues al tratarse de un nuevo diseño no existe un molde específico. Puesto que la pieza diseñada se basa en la pieza estándar, para conseguir el molde adecuado se trabajará

sobre algunas de las piezas de un molde estándar en las que se realizarán diferentes modificaciones.

MODIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL MOLDE PARA UN DISEÑO INTERMEDIO

El proceso de investigación para el desarrollo del sistema no es un proceso estrictamente lineal, de tal modo que mientras se estudiaban los posibles diseños, también se comenzaron a hacer pruebas iniciales trabajando sobre un viejo molde ya en desuso, que no debía ser colocado en la máquina por temor a posibles daños. Por este motivo se obtuvo un molde preliminar adaptado al diseño descrito en el apartado 3.2. Modificación y mejora del diseño inicial, a través de las modificaciones necesarias.

Estas modificaciones consisten en la soldadura de 8 chapas de acero de 2 mm, 2 por cada hueco destinado a alojar las cajas empotradas, en los corazones del molde. Estas chapas serían las encargadas de dejar los cortes hechos en las paredes exteriores de la pieza de hormigón.



Ilustración 192. Modificaciones realizadas sobre un puente con corazones estándar [izquierda] y puente con corazones modificados [derecha].

Al mismo tiempo se realizan una serie de cortes en las zapatas, que realmente son dos medias zapatas simétricas, de modo que estos cortes sean coincidentes con las chapas soldadas en los corazones modificados. A estas nuevas medias zapatas se les sueldan también 3 piezas de acero a cada una, encargadas de realizar la curvatura que formarían los rebajes de los tabiquillos interiores del bloque.



Ilustración 193. Comparación entre zapata estándar [izquierda] y zapata modificada [derecha].



Ilustración 194. Detalle de los cortes y piezas soldadas en la zapata modificada.

Existe la posibilidad de soldar las piezas que conforman los rebajes en los corazones en lugar de en las zapatas, sin embargo se desestima esta opción ya que de ser así supondrían un obstáculo para el correcto llenado del molde y el buen compactado. Por otra parte, estando estas piezas integradas en las zapatas, podría originarse una sobrepresión bajo los rebajes en el momento de la compactación, produciéndose el colapso de la pieza en el momento del desmoldeo al liberarse súbitamente la presión acumulada.

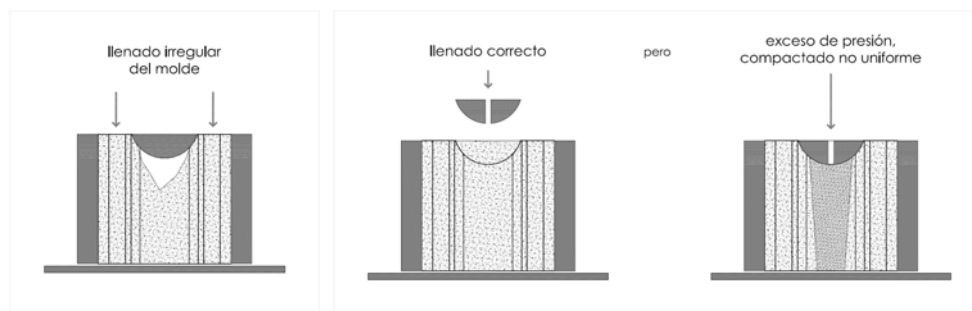


Ilustración 195. Posible llenado del molde irregular y defecto de compactado producido por las piezas soldadas en los corazones [izquierda]. Posible compactado no uniforme, con exceso de presión bajo los rebajes [centro y derecha].

Con estas modificaciones se comprueba la perfecta combinación entre corazones y zapatas, imprescindible para obtener un molde viable.

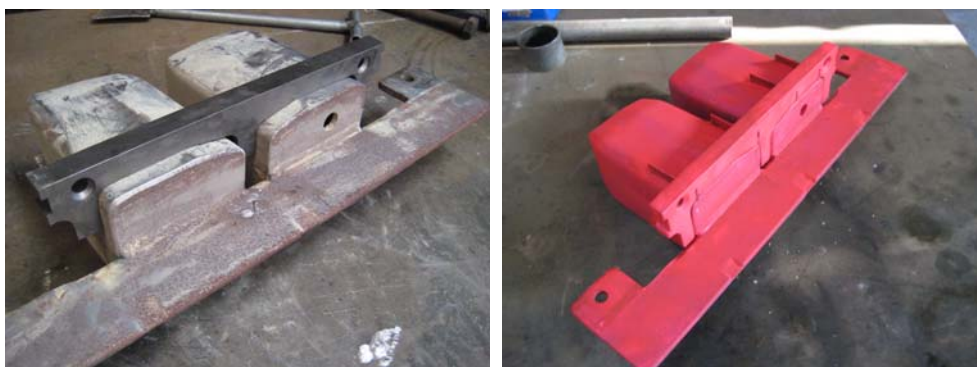


Ilustración 196. Montaje de puente con corazones y zapata estándar [izquierda]. Montaje de puente con corazones y zapata modificados [derecha].



Ilustración 197. Secuencia simulada del empuje de la zapata durante la compactación y desmoldeo del bloque.

A pesar de lo anterior, tal como se expuso en los apartados 3.3. Segunda modificación y mejora del diseño inicial y 3.4. Diseño final de la pieza, el diseño queda desestimado, por lo que este molde preliminar permanecerá igualmente aparcado, si bien habrá servido como experiencia para la elaboración del molde para el diseño definitivo.

MODIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL MOLDE PARA EL DISEÑO FINAL

Tal como se acaba de exponer, existe la posibilidad de soldar las piezas que conformarán los rebajes tanto en los corazones como en las zapatas, sin embargo el diseño final hace indudable la decisión de optar por la primera opción, ya que de este modo se logrará un buen llenado del molde y un compactado más uniforme, gracias a la configuración vertical de los rebajes.

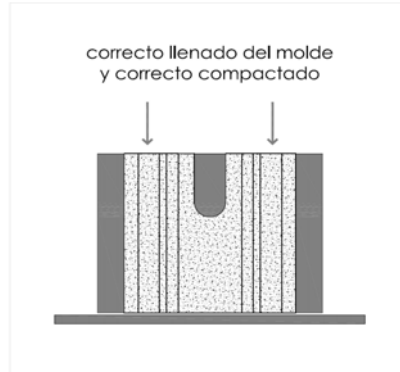


Ilustración 198. El diseño final, con los rebajes en vertical facilita el llenado del molde y permite un correcto compactado.

Al igual que en el molde previo, las modificaciones de los corazones, que conformarán los alveolos del bloque, consisten en la soldadura de una serie de chapas de acero de 2 mm, encargadas de dejar los cortes hechos en las paredes exteriores de la pieza y los rebajes en los tabiquillos interiores. La creación de la rotura programada para la apertura de los huecos, además de las chapas verticales para los cortes, incluye otras chapas encargadas de reducir el espesor de la pared del bloque (Ilustración 190. Nueva mejora del diseño de la pieza. Espesor reducido y constante en la zona de apertura de huecos.)

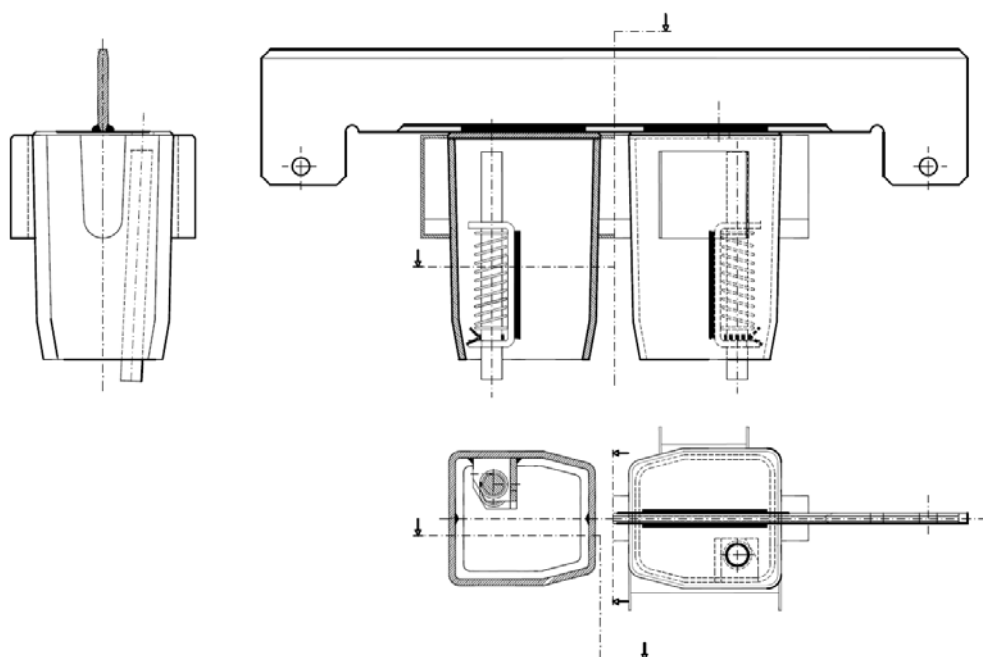


Ilustración 199. Pieza del molde que conforma los alveolos del bloque especial diseñado.

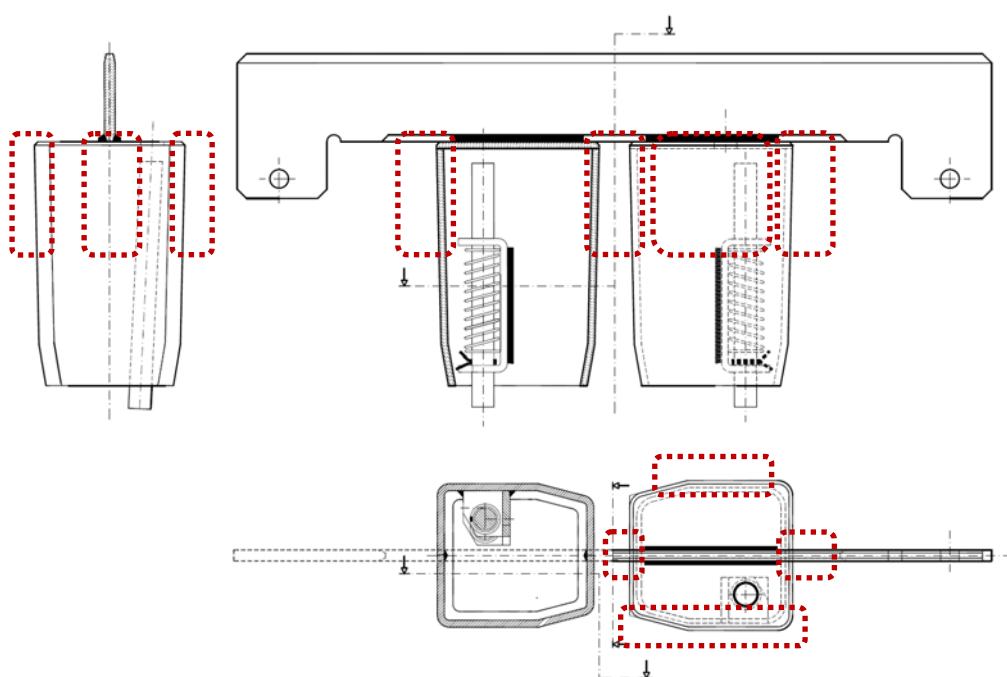


Ilustración 200. Pieza del molde que conforma los alveolos del bloque estándar. Se indican la situación de las modificaciones realizadas, apreciables en la ilustración anterior.



Ilustración 201. Comparación entre corazones para bloque estándar (izquierda de las imágenes) y para bloque especial (derecha de las imágenes).

Por otra parte, las modificaciones que deben sufrir las zapatas consisten en una serie de recortes a realizar sobre unas zapatas estándar. Estos recortes se localizan coincidiendo con los puntos donde se crean los cortes en el interior de las paredes, y sobre los rebajes en las paredes interiores del bloque.

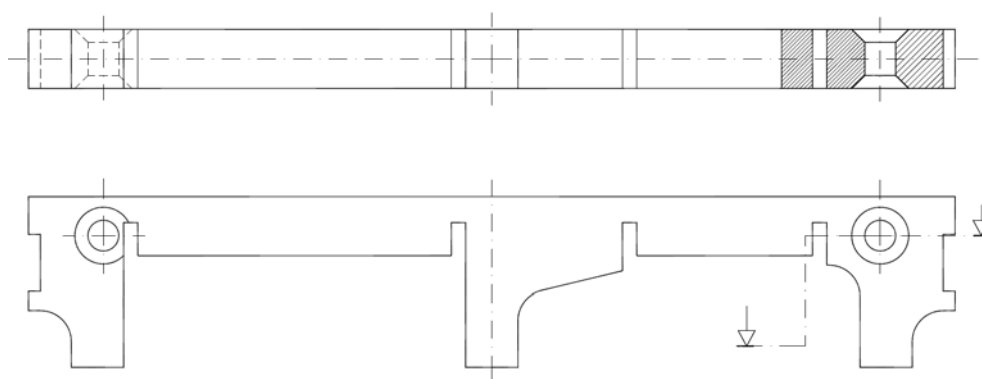


Ilustración 202. Zapata modificada fijada al pistón de compresión y empuje del bloque en el molde de la máquina-prensa.

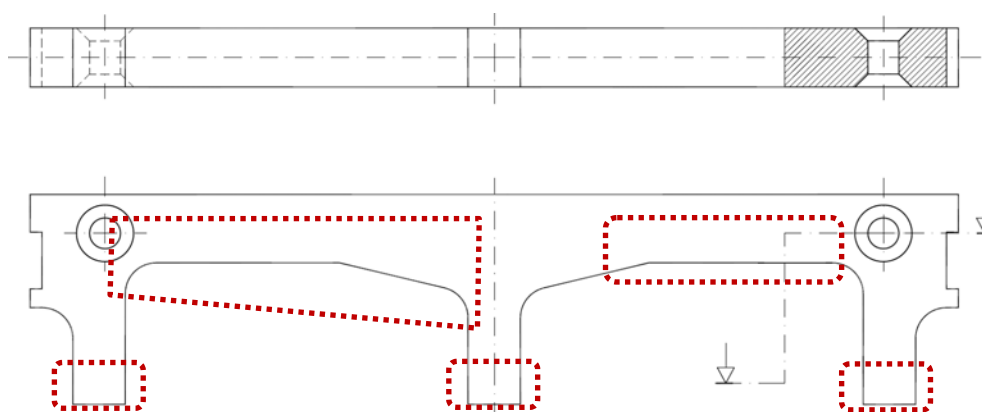


Ilustración 203. Zapata estándar fijada al pistón de compresión y empuje del bloque en el molde de la máquina-prensa. Se indican la situación de las modificaciones realizadas, apreciables en la ilustración anterior.



Ilustración 204. Comparación entre zapatas para bloque estándar (izquierda de las imágenes) y para bloque especial (derecha de las imágenes).

Al igual que se modifican las zapatas, será necesario modificar levemente el pisón que las soporta y presiona contra el bloque. En este caso hay que hacer nuevos recortes para dejar paso durante el desmoldeo tanto a las chapas que conforman los cortes como a las piezas que conforman los rebajes.

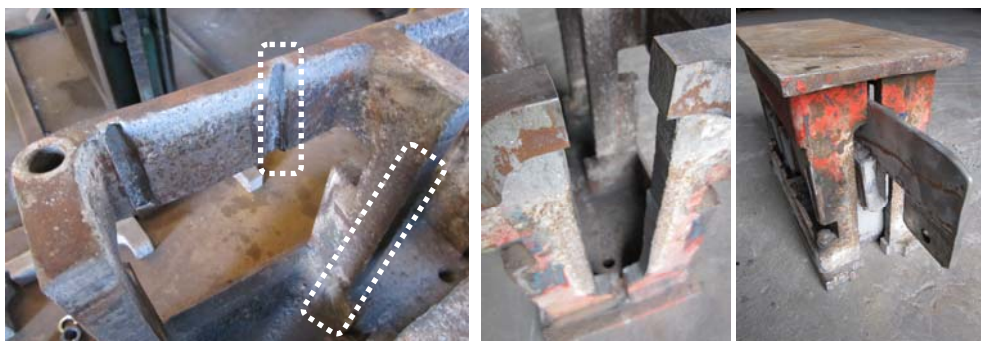


Ilustración 205. Cortes necesarios en el pisón para dejar paso durante el desmoldeo a las chapas que conforman los cortes y las piezas que conforman los rebajes.

Una vez cortadas las zapatas y el pisón, se acoplarán mediante atornillado, de modo que las zapatas son sustituibles por el desgaste que sufren.



Ilustración 206. Acoplamiento de las zapatas con el pisón mediante atornillado.

Con estas modificaciones se comprueba la perfecta combinación entre los corazones y las zapatas acopladas al pisón, imprescindible para obtener un molde viable.



Ilustración 207. Piezas del molde modificadas. Pisón con zapatas (arriba) y puente con corazones (en primer término).

Tenemos pues los componentes necesarios para fabricar la pieza buscada, procediendo a colocarlas en el bastidor del molde. De este modo con el molde montado en la máquina-prensa se fabricará una única pieza por ciclo o bandeja, buscando la menor interferencia de estas pruebas dentro del proceso productivo de la empresa colaboradora y evitando la costosa modificación de más componentes de molde.



Ilustración 208. Molde preparado para fabricación, con un bloque especial para la integración de la instalación eléctrica.

4.2.2. FABRICACIÓN DE LAS PRIMERAS PIEZAS

El molde completamente montado se instala en la máquina prensa tipo Besser para proceder a la fabricación de las primeras piezas. En el mismo molde se fabricarán otras piezas, en este caso un bloque estándar y dos pilastras (con entradas para bloque de 10cm), todas ellas de 20 cm de ancho.

Se emplea hormigón estándar de color gris, sin hidrofugante, por haber obtenido anteriormente valores de resistencia menores, posicionándose de esta manera en el caso más desfavorable para los futuros ensayos a realizar.



Ilustración 209. Piezas recién fabricadas saliendo de la máquina-prensa.



Ilustración 210. Bandeja con las piezas recién fabricadas saliendo de la máquina-prensa.

Se observa un proceso de fabricación correcto, con unas piezas de buena apariencia a la salida de la máquina, sin embargo será necesario esperar el proceso completo de fraguado en las cámaras de curado y el patio exterior para evaluar los resultados.

Transcurridos los 2 días habituales en las cámaras de curado, el resultado obtenido es el de piezas con unas características visuales iguales a las estándar, producidas además de la misma amasada, con lo que se comprueba así la viabilidad de su fabricación. Las piezas son paletizadas y enviadas al patio exterior, donde reposan cuatro semanas.



Ilustración 211. Estantería con bandejas en la entrada de una cámara de curado [izquierda]. Detalle de los bloques técnicos paletizadas [derecha].

4.3. ENSAYOS SOBRE LAS PIEZAS PRODUCIDAS

Con la fabricación satisfactoria de 213 unidades de la pieza especial diseñada, equivalente a un número igual de ciclos (al producir en este caso una única pieza especial por bandeja), se procederá a realizar una serie de ensayos sobre las mismas. En primer lugar se comprobará personalmente la resistencia a compresión, para posteriormente enviar una colección de piezas a un laboratorio de control externo.

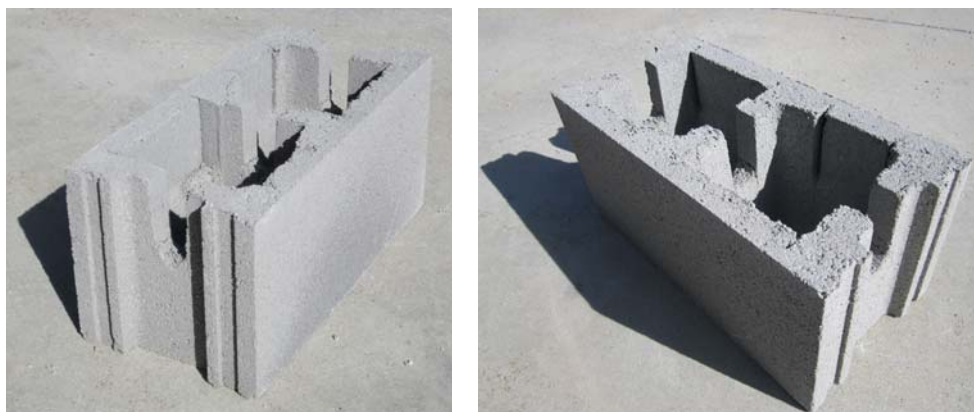


Ilustración 212. Pieza especial fabricada industrialmente.

ENSAYO PROPIO

Se realiza un ensayo de acuerdo a la metodología descrita en el apartado 4.1.1. Reducción en la resistencia, obteniéndose los siguientes resultados.

Bloque especial de 40x20x20 cm (397x195x192 mm) liso color gris (ensayos propios)			
Probeta n°	Carga máxima aplicada	Resistencia obtenida – Área bruta	Resistencia obtenida – Área neta
1	526,5 kN	7,2 N/mm ²	13,1 N/mm ²
2	533,5 kN	7,3 N/mm ²	13,3 N/mm ²
3	535,0 kN	7,3 N/mm ²	13,3 N/mm ²
4	454,7 kN	6,2 N/mm ²	11,3 N/mm ²
5	531,0 kN	7,3 N/mm ²	13,2 N/mm ²
6	467,5 kN	6,4 N/mm ²	11,7 N/mm ²
Media	508,0 kN	7,0 N/mm ²	12,7 N/mm ²

Tabla 35. Resultados de rotura a compresión, bloque especial fabricado industrialmente. Ensayos propios.

El tipo de roturas obtenidas, de manera generalizada, son asimilables a las registradas en los ensayos con bloques estándar, con la salvedad de que en algunos casos surgen nuevas fracturas a partir de las zonas alteradas. Este dato era totalmente previsible, ya que las modificaciones crean zonas más débiles dentro de la pieza, a pesar de lo cual los resultados siguen siendo favorables.



Ilustración 213. Ensayo propio de rotura a compresión de la pieza especial. Se aprecian roturas asimilables a las del bloque estándar.

ENSAYOS EXTERNOS EN LABORATORIO DE CONTROL ACREDITADO

Según la norma UNE-EN 771-3, cuando se desarrolle un nuevo producto y antes de comercializarlo, se deben realizar los ensayos iniciales correspondientes para confirmar que las propiedades obtenidas del producto satisfacen los requisitos de la mencionada norma. Cada vez que se produzca un cambio en las materias primas, las dosificaciones utilizadas o el procedimiento de fabricación que modifique las características del producto final, se debe repetir el ensayo de tipo inicial.

Los ensayos de tipo deben ser ensayos de referencia, relacionados en la Tabla 36 para las características seleccionadas de la siguiente lista, de acuerdo con la declaración del fabricante según el uso previsto para el tipo de producto.

Los ensayos y características indicadas para los bloques de hormigón son:

- Dimensiones y tolerancias.
- Configuración.
- Densidad.
- Planeidad de superficies de bloques cara vista.
- Resistencia mecánica.
- Variación debida a la humedad.
- Absorción de agua por capilaridad.
- Reacción al fuego (generalmente clase A1 sin ensayos).
- Durabilidad frente al hielo / deshielo.
- Resistencia térmica o conductividad térmica (por ensayo o por cálculo).
- Resistencia a la adherencia (por ensayo o a partir de valores fijos).
- Permeabilidad al vapor de agua (por ensayo o por cálculo).

Propiedades	Apartado	Método de ensayo	Número ^a de bloques por muestra	
			1 ^a n ₁	2 ^a n ₂
Dimensiones	5.2	EN 772-16, EN 772-2	6	10
Configuración	5.3	EN 772-16, EN 772-2, EN 772-20	3 por defecto ^b	6 por defecto ^b
Densidad	5.4	EN 772-13	6	10
Resistencia mecánica	5.5	EN 772-1, EN 772-6	6 ^c	10 ^c
Absorción de agua por capilaridad	5.8	EN 772-11	3	6
Variación debida a la humedad	5.9	EN 772-14	6	12
Reacción al fuego	5.11	EN 13501-1	3 excepto para Euroclase A1 sin ensayos	
Propiedades térmicas	5.6	EN 1745	3 cuando se obtiene por ensayo	
Permeabilidad al vapor	5.10	EN 1745		
Resistencia a la adherencia	5.12	EN 1052-3	27	

^a En caso necesario, por ejemplo cuando los bloques no se dañen en un ensayo, se permite utilizar esos mismos bloques para otros ensayos.

^b El número de unidades a ensayar debería ser objeto de acuerdo entre las partes.

^c Cuando el bloque necesite ser cortado como se describe en el apartado 5.5.1, es conveniente ajustar el número de bloques de manera que el tamaño de la muestra sea el necesario.

Tabla 36. Propiedades a ensayar, método de ensayo y número de muestras.
Extraída de la norma UNE-EN 771:3, Tabla A.1.

Según esto y atendiendo igualmente a la norma UNE-127771-3 (complemento nacional a la UNE-771-3), a efectos de ensayo (ensayo de tipo e inspección de producto), los bloques de hormigón se pueden agrupar en familias en las que se considera que el valor de una propiedad

determinada es común a todos los productos que se encuentran en dicha familia.

El fabricante podrá considerar como ensayo de tipo inicial los ensayos ya realizados anteriormente siempre que se trate del mismo producto (misma materia prima, dosificación y proceso de fabricación), la misma característica y el mismo método de ensayo.

Variaciones de distintos factores (grado de compactación, proporción de superficie expuesta,...) motivan que existan, dentro de un mismo tipo, modelos más críticos que otros para una propiedad determinada. Dentro de un mismo tipo de bloque se ensayará siempre aquel modelo que se considere más desfavorable en lo referente a la propiedad que se ensaya.

Considerando que los productos elaborados por la empresa colaboradora cuentan con todos los sellos y certificados de calidad obligatorios (incluido marcado CE), se considera que las muestras obtenidas cumplen con los parámetros requeridos normativamente, tales como dimensiones, tolerancias, áreas, secciones, densidades,... etc., no afectados por las modificaciones, y comprobados regularmente por laboratorios de control externos e independientes para todas sus piezas. Por este motivo no resulta obligatorio realizar toda la batería de ensayos de tipo inicial.

En el caso de la pieza especial desarrollada se considera a priori que el ensayo más interesante serán el de resistencia a compresión, para comprobar su posible uso con función estructural, mientras que el resto de ensayos comprueban una serie de factores que no se deben ver alterados por las modificaciones realizadas en la pieza base.

Con el resultado de estos ensayos se comprobará si existe la necesidad de hacer nuevas modificaciones sobre el diseño de la pieza desarrollada, aunque en principio todo parece indicar que no será así.

La siguiente tabla recoge los valores obtenidos en los ensayos realizados por laboratorio externo (Applus).

Bloque especial de 40x20x20 cm (397x195x192 mm) liso color gris (ensayos externos)			
Probeta nº	Carga máxima aplicada	Resistencia obtenida – Área bruta	Resistencia obtenida – Área neta
1	467,6 kN	6,4 N/mm ²	11,7 N/mm ²
2	520,1 kN	7,2 N/mm ²	13,0 N/mm ²
3	482,5 kN	6,6 N/mm ²	12,0 N/mm ²
4	500,8 kN	6,9 N/mm ²	12,5 N/mm ²
5	475,2 kN	6,5 N/mm ²	11,9 N/mm ²
6	497,4 kN	6,8 N/mm ²	12,4 N/mm ²
Media	490,6 kN	6,8 N/mm ²	12,2 N/mm ²

Tabla 37. Resultados de rotura a compresión, bloque especial fabricado industrialmente. Ensayos realizados en laboratorio de control externo (Applus).

VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS

Contando con los resultados obtenidos tanto en los ensayos propios realizados en primera persona, como los obtenidos por laboratorio acreditado externo, y al mismo tiempo tomando como probetas tanto

bloques estándar como la pieza especial desarrollada (producida industrialmente), se realiza un estudio comparativo de todos ellos.

Muestra	Carga máxima media aplicada	Resistencia media obtenida – Área bruta	Resistencia media obtenida – Área neta
Bloque estándar de 40x20x20 cm liso color gris (ensayos propios) ver Tabla 22	584,2 kN	8,0 N/mm ²	14,6 N/mm ²
Bloque estándar de 40x20x20 cm liso color gris (ensayos externos) ver Tabla 26	568,6 kN	7,8 N/mm ²	14,2 N/mm ²
Bloque especial de 40x20x20 cm liso color gris (ensayos propios) ver Tabla 35	508,0 kN	7,0 N/mm ²	12,7 N/mm ²
Bloque especial de 40x20x20 cm liso color gris (ensayos externos) ver Tabla 37	490,6 kN	6,8 N/mm ²	12,2 N/mm ²

Tabla 38. Comparativa de resultados de rotura a compresión, bloque estándar y bloque especial. Ensayos propios y ensayos realizados en laboratorios de control externo.

En primer lugar, cabe destacar la viabilidad de la pieza, ya que las resistencias obtenidas superan los mínimos requeridos por la normativa técnica de aplicación (ver Tabla 17. Resistencias mínimas a compresión requeridas por normativa según ámbitos territoriales.).

Se comprueba nuevamente la pequeña diferencia, de aproximadamente un 3%, entre los resultados de los ensayos propios y los obtenidos por laboratorio externo.

En lo referente a la reducción de resistencia derivada de las modificaciones realizadas sobre el bloque estándar, para obtener la pieza especial, se obtienen una reducción de resistencia a compresión de un 13%, tanto en los ensayos propios como en los externos. No se tienen en cuenta las resistencias considerando el área neta de las piezas, ya que son diferentes debido a los rebajes realizados en el bloque técnico, y podrían desvirtuar su interpretación.

Comparando estos valores con los obtenidos en los ensayos previos a la fabricación industrializada, hechos con piezas elaboradas artesanalmente, se observa una clara diferencia. La pieza elaborada artesanalmente presentó una reducción de la resistencia de un 9%, con respecto a un bloque estándar, mientras que las elaboradas industrialmente presentaron una reducción de un 15%. Esta diferencia está claramente motivada por la reducción de la pared en las zonas destinadas a la apertura de huecos para mecanismos, lo que produce una disminución de la sección de la pieza, y por tanto una merma en su resistencia. (Ver apartado 6. Definición de la pieza especial desarrollada).

Una vez conocido el grado en que las modificaciones afectan a la resistencia de la pieza estándar, será posible que los fabricantes puedan estimar a priori la viabilidad de su producción sin tener que recurrir a factores que aumenten la resistencia, como el aumento en la proporción de cemento o la variación del tipo de árido empleados.

En este punto se tiene entonces la pieza correctamente comprobada y realizada conforme al diseño y a los requisitos establecidos por la

normativa, pero aún faltaría comprobar la viabilidad de su puesta en obra para verificar las ideas expuestas, y finalmente la viabilidad de la producción en serie y comercialización del producto.

Bloque técnico con huecos para mecanismos abiertos

Del mismo modo se ensayan bloques en los que se ha practicado la abertura para la colocación de las cajas para los mecanismos.



Ilustración 214. Ensayos de rotura a compresión de bloques especiales con huecos abiertos para colocación de mecanismos.

De acuerdo a las previsiones obtenidas de las simulaciones informáticas, la resistencia queda por debajo de los límites fijados por la normativa, aunque no se considera relevante, pues se trata de casos puntuales que no afectan al comportamiento del conjunto de la fábrica, si bien se deben respetar las indicaciones de la diferente normativa en cuanto a la apertura de rozas y rebajes.

Bloque especial de 40x20x20 cm (397x195x192 mm) liso color gris – huecos abiertos						
Probeta nº	Hueco sencillo abierto		Hueco doble abierto		Huecos de la misma cara abiertos	
	Carga máxima aplicada	Resistencia obtenida – Área bruta	Carga máxima aplicada	Resistencia obtenida – Área bruta	Carga máxima aplicada	Resistencia obtenida – Área bruta
1	380,6 kN	5,2 N/mm ²	370,2 kN	5,1 N/mm ²	334,5 kN	4,6 N/mm ²
2	392,7 kN	5,4 N/mm ²	369,6 kN	5,1 N/mm ²	342,6 kN	4,7 N/mm ²
3	391,0 kN	5,4 N/mm ²	382,9 kN	5,3 N/mm ²	348,0 kN	4,8 N/mm ²
4	378,8 kN	5,2 N/mm ²	389,1 kN	5,4 N/mm ²	329,8 kN	4,5 N/mm ²
5	386,4 kN	5,3 N/mm ²	398,3 kN	5,5 N/mm ²	364,8 kN	5,0 N/mm ²
6	371,6 kN	5,1 N/mm ²	368,4 kN	5,1 N/mm ²	352,6 kN	4,9 N/mm ²
Media	383,5 kN	5,3 N/mm ²	379,8 kN	5,2 N/mm ²	345,4 kN	4,8 N/mm ²

Tabla 39. Resultados de rotura a compresión, bloque técnico con huecos para mecanismos abiertos.

Con estos resultados se puede hacer una última comparativa con el bloque estándar. No se tienen en cuenta las resistencias considerando el área neta de las piezas, ya que son diferentes debido a los rebajes realizados en el bloque técnico, y podrían desvirtuar su interpretación.

Muestra	Carga máxima media aplicada	Resistencia media obtenida – Área bruta
Bloque estándar 40x20x20 cm liso color gris (ver Tabla 22)	584,2 kN	8,0 N/mm ²
Bloque especial 40x20x20 cm liso color gris (ver Tabla 35)	508,0 kN	7,0 N/mm ²
Bloque especial - hueco sencillo abierto 40x20x20 cm liso color gris (ver Tabla 39)	383,5 kN	5,3 N/mm ²
Bloque especial - hueco doble abierto 40x20x20 cm liso color gris (ver Tabla 39)	379,8 kN	5,2 N/mm ²
Bloque especial - hueco sencillo abierto 40x20x20 cm liso color gris (ver Tabla 39)	345,4 kN	4,8 N/mm ²

Tabla 40. Resistencias obtenidas. Comparativa entre el bloque estándar y el bloque técnico especial sin/con huecos abiertos.

4.4. PRUEBAS DE EJECUCIÓN DE LA FÁBRICA

Ha quedado probada la aptitud de la pieza desarrollada, aunque hasta ahora únicamente de manera independiente, sin embargo esta nueva pieza deberá incluirse en una fábrica de bloque convencional y permitir la integración de la instalación eléctrica, de acuerdo a los objetivos marcados.

Para comprobar los requisitos anteriores se plantean pruebas de puesta en obra y ejecución de una instalación eléctrica en paños de fábrica con hiladas de piezas especiales, incluyendo el tendido de las conducciones para las líneas, el pasado del cableado y la colocación de los mecanismos eléctricos. Con estas pruebas se tratará de verificar la efectividad del nuevo sistema, mediante la comprobación final de puesta en obra e integración de las instalaciones.

PLANIFICACIÓN DEL ENSAYO

La base de esta prueba consiste en el levantamiento de un muro de tres paños, uno principal de mayor dimensión y dos auxiliares, formando dos esquinas opuestas, buscando un arriostramiento seguro del conjunto. Al mismo tiempo el paño principal incluye un hueco de paso, resultando así similar al de la Ilustración 127. Disposición de 2 hiladas de piezas especiales y 1 más sobre dinteles de pasos y puertas. (y siguientes).

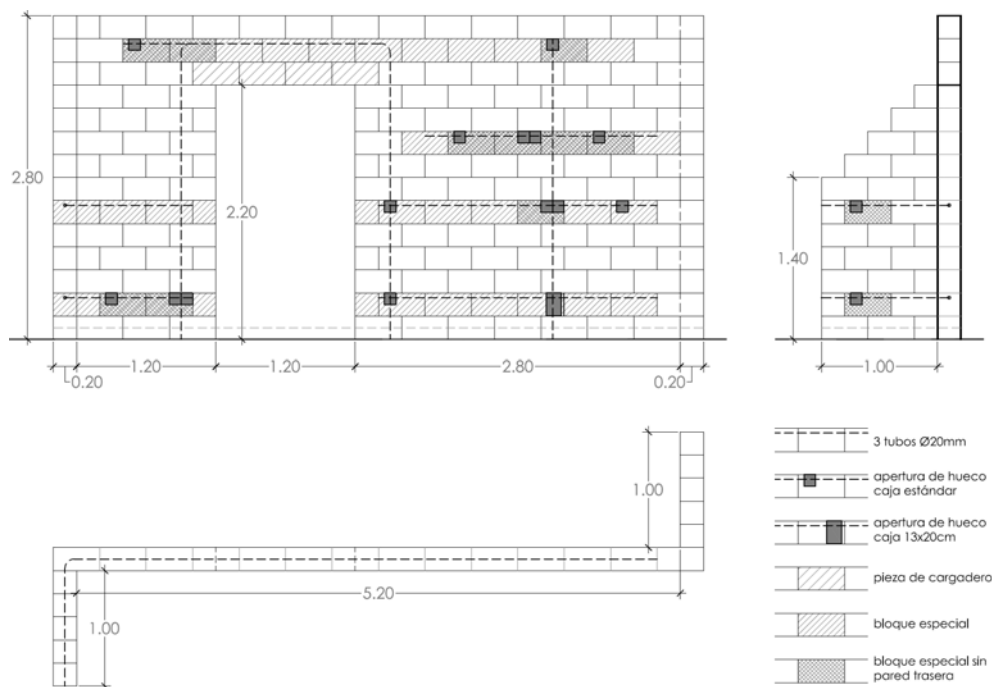


Ilustración 215. Muro proyectado para la realización de las pruebas de puesta en obra del nuevo bloque, y del tendido de la instalación eléctrica.

Para visualizar más fácilmente el interior de la fábrica, por el que discurren las canalizaciones de la instalación, se dejan partes de los paños con medios bloques seccionados longitudinalmente.

LEVANTAMIENTO DE LA FÁBRICA

La ejecución del muro de fábrica con la incorporación de las piezas especiales no supuso ningún problema, sin que se haya registrado inconveniente alguno.

Cuestión aparte son las piezas que fueron recortadas para mostrar el interior de los bloques especiales, con el objeto de apreciar el tendido de los tubos protectores y poder visualizar desde el interior el proceso de colocación de las cajas empotradas. Durante el levantamiento de la fábrica fue necesario disponer mortero de juntas bajo los tabiquillos interiores de dichos bloques ya que de lo contrario quedarían demasiado inestables. Cabe recordar que en la fábrica de bloque el mortero de juntas se tiende únicamente sobre las paredes exteriores del bloque, según lo ya expuesto en la primera parte de esta tesis.

El tendido de los tubos protectores por el interior del muro se realiza sin dificultades, cuyo único requisito es una mínima planificación previa.



Ilustración 216. Levantamiento de la fábrica incluyendo piezas especiales y tubos protectores. Bloques especiales con una pared recortada para apreciar el interior [arriba derecha].

Una vez comprobada la correcta ejecución del muro de muestra proyectado, integrando la pieza especial diseñada y los tubos protectores de la instalación eléctrica, sin que surgiesen complicaciones, el siguiente paso será ejecutar la instalación eléctrica en sí.



Ilustración 217. Muro de muestra con tubos protectores integrados. Sin cableado y huecos sin abrir (excepto una caja de empalmes como caso puntual).



Ilustración 218. Muro de muestra con tubos protectores integrados. Algunos bloques especiales fueron cortados para dejar visible el interior del muro.

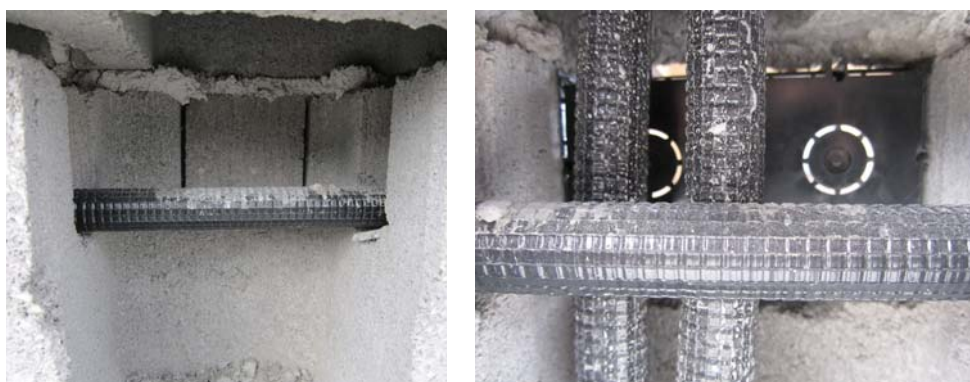


Ilustración 219. Los bloques colocados a los que se les ha cortado la pared trasera facilitan el estudio del interior de la fábrica durante las pruebas.

APERTURA DE HUECOS E INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Una vez ejecutada la fábrica se procede en primer lugar a abrir los huecos necesarios para alojar las cajas empotradas. Para ello se emplean las herramientas diseñadas al efecto, descritas en el apartado 3.6. Herramienta complementaria.

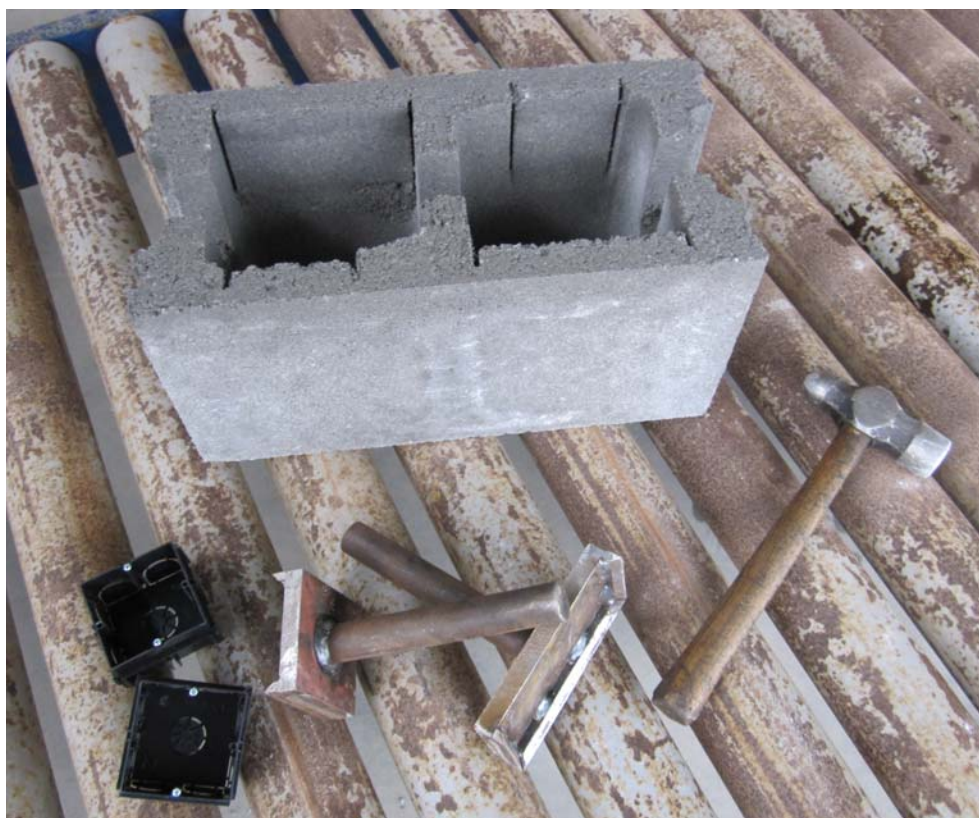


Ilustración 220. Los únicos elementos necesarios para abrir los huecos que alojarán las cajas empotradas serán un martillo y las herramientas desarrolladas.



Ilustración 221. El proceso de apertura de huecos se simplifica gracias a la herramienta complementaria. En primer lugar se alinea en su correcta posición y tras unos golpes de martillo el hueco queda abierto con buena definición, retirando el fragmento, finalmente se comprueba la accesibilidad a los tubos interiores.



Ilustración 222. Secuencia de apertura de hueco con herramienta complementaria en la base del muro.

Se comprueba el buen funcionamiento de las herramientas, teniendo siempre en cuenta el diseño de los cortes interiores del bloque especial. En vista de estos buenos resultados se decide probar a abrir huecos en bloques estándar, sin que cuenten con los cortes interiores, encontrándose con la sorpresa de que en muchos casos los huecos abiertos también resultarían aceptables, ya que en varios casos no presentan grandes irregularidades. Sin embargo hay que destacar el gran número de golpes necesarios, así como la proporción de huecos irregulares, que hace que sean necesarios los cortes proyectados en la pieza especial. Del mismo modo la rotura por el interior del bloque se produce de manera igualmente irregular en los casos en los que resultaría exteriormente aceptable.



Ilustración 223. Apertura de hueco con herramienta especial en bloques estándar. Se comprueba una buena apariencia exterior en varios casos, aunque la proporción de casos con roturas irregulares no resulta aceptable.

Las dimensiones de los huecos obtenidos resultan aceptables, si bien podrían ser ligeramente mayores para facilitar la colocación de las cajas.

Cabe destacar que estas dimensiones son el resultado de una postura algo conservadora durante el proceso de diseño, ante el temor de que pudieran producirse roturas con más irregularidades, pudiendo contar así con mayor margen (para tratar de ocultar las roturas mayores con el marco embellecedor de los mecanismos).

Al mismo tiempo, en el caso de que los huecos fuesen mayores cabría la posibilidad de que los marcos embellecedores que cubren los mecanismos eléctricos no cubriesen el hueco y el mortero que toma las cajas empotradas.



Ilustración 224. Se comprueba que los huecos recién abiertos tienen cabida para alojar las cajas con holgura suficiente.

Se comprueba igualmente que los huecos pueden acoger distintos modelos de cajas, si bien suelen ser todas de dimensiones similares, ya que se adaptan a tamaños estandarizados.



Ilustración 225. Posibilidad de acoger cajas de diferentes fabricantes.

Las cajas con fondo practicable son las más indicadas para estos casos ya que facilitan enormemente la manipulación del cableado.



Ilustración 226. Cajas con fondo abierto que facilitan la entrada del cableado y su manipulación.

En la muestra proyectada se incluyó una caja de empalmes de 130x200 mm, para lo cual fue necesario cortar un bloque mediante una herramienta manual de corte eléctrica. Tal como se expuso al inicio del proceso de desarrollo del sistema, no se consideraron las cajas para registro y conexionado general de la instalación puesto que proporcionalmente suelen disponerse en mucha menor cuantía y su tamaño suele exceder las dimensiones disponibles en un único hueco del bloque estándar.

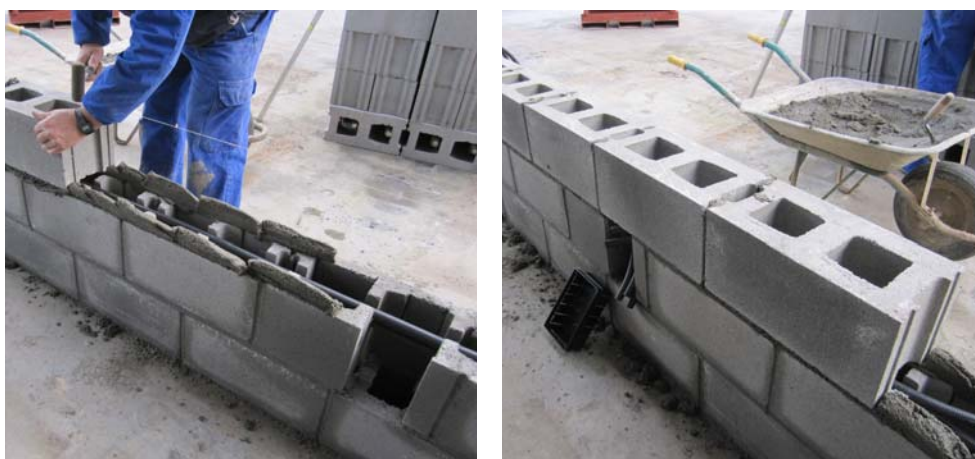


Ilustración 227. Hueco especial realizado puntualmente para cajas de conexiones.

Una vez abiertos los huecos para las cajas empotradas se realiza el tendido del cableado interior, con ninguna diferencia destacable con respecto a la práctica habitual, empleando guías pasacables.



Ilustración 228. Corte de tubos y cableado.

Finalmente el último paso será fijar las cajas y realizar las diferentes conexiones del cableado con los diferentes mecanismos de mando y consumo. Para ello se realizan cortes en los tubos protectores para extraer de ellos los cables necesarios, e introducirlos en las cajas para su posterior conexión. Se verifica la viabilidad del proceso completo, hasta la colocación última de los marcos embellecedores.



Ilustración 229. Cajas empotradas tomadas en la fábrica.

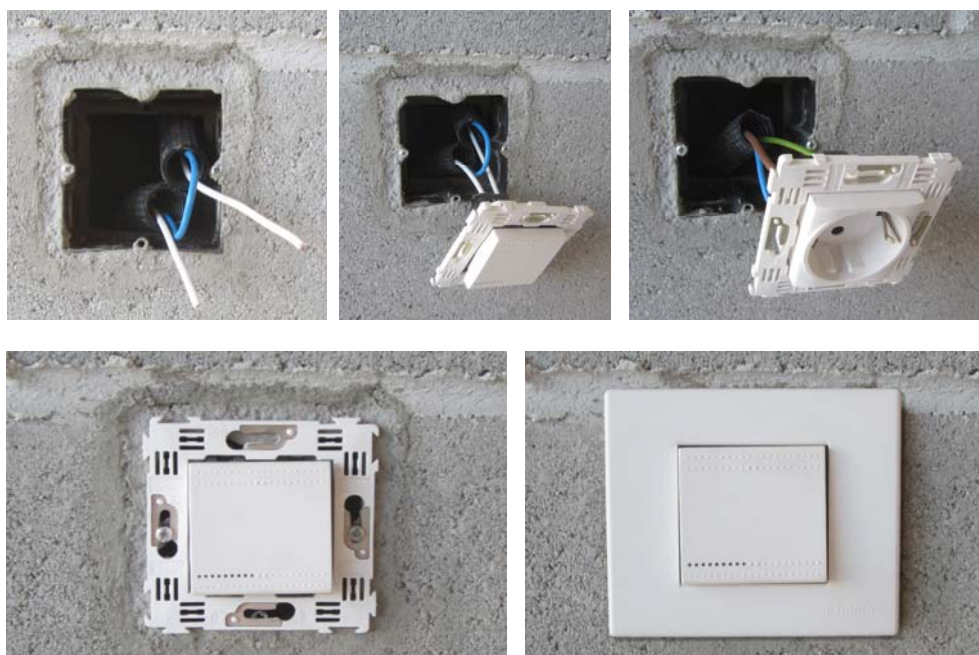


Ilustración 230. Instalación de mecanismos.



Ilustración 231. Instalación de mecanismos terminada.

Según lo anterior se pone de manifiesto la viabilidad de todo el sistema desarrollado, salvo que a partir de experiencias posteriores se pudiese evidenciar algún inconveniente hasta ahora no descubierto.

5. VALORACIÓN DE LAS PRUEBAS Y ENSAYOS REALIZADOS

Conforme a la programación de ensayos proyectados desde un inicio, todo parece indicar que el plan de trabajo fijado era correcto, pues ha permitido conocer los parámetros buscados en cada caso.

En primer lugar, los ensayos previos a la fabricación permitieron optimizar el diseño del bloque especial obtenido, gracias en un primer momento a la elaboración de simulaciones informáticas. Posteriormente, y antes de proceder a fabricar industrialmente la pieza, los ensayos han permitido conocer la influencia de las alteraciones, realizadas artesanalmente al bloque estándar, resultando una pérdida de resistencia a compresión para la pieza definitiva, de hasta un 11% con respecto al mismo bloque sin modificar.

El diseño de las modificaciones pertinentes en el molde de la máquina de fabricación, permitió verificar la viabilidad de la producción industrializada del nuevo bloque desarrollado. Se fabricaron más de 200 unidades del nuevo bloque, que sirvieron para comprobar y cuantificar nuevamente la pérdida de resistencia de la pieza especial con respecto al bloque estándar. Se establece una reducción media de resistencia a compresión del 13%, según los ensayos realizados. Al mismo tiempo estas piezas sirvieron para comprobar su correcta puesta en obra y su idoneidad como integradora de la instalación eléctrica en la fábrica.

Muestra (Ensayos propios)	Carga máxima media aplicada	Resistencia media obtenida – Área bruta	REDUCCIÓN DE RESISTENCIA	
Bloque estándar (ver Tabla 22)	584,2 kN	8,0 N/mm²	-76,2 kN	-13%
Bloque especial (ver Tabla 35)	508,0 kN	7,0 N/mm²	-1,0 N/mm²	
Muestra (Ensayos externos)	Carga máxima media aplicada	Resistencia media obtenida – Área bruta	REDUCCIÓN DE RESISTENCIA	
Bloque estándar (ver Tabla 26)	568,6 kN	7,8 N/mm²	-78,0 kN	-13%
Bloque especial (ver Tabla 37)	490,6 kN	6,8 N/mm²	-1,0 N/mm²	

Tabla 41. Reducción de resistencia a compresión, bloque estándar y bloque especial. Ensayos propios y ensayos realizados en laboratorios de control externo.

Conociendo el porcentaje de reducción de resistencia que producen las alteraciones diseñadas sobre la pieza estándar, y teniendo en cuenta la resistencia mínima establecida normativamente, cualquier fabricante podrá estimar a priori si la puede comercializar tomando como base sus bloques estándar, en función de su resistencia. Aún en el caso de que las resistencias estimadas resultasen ligeramente inferiores de las necesarias, podría solucionarse muy probablemente mediante la modificación de la dosificación del hormigón (aumentando la cantidad de cemento y/o el tipo de áridos empleados).

Por último las pruebas de puesta en obra y ejecución permitieron verificar su viabilidad, comprobando la materialización final de nuevo sistema.

Puede concluirse así que los ensayos estaban correctamente planteados, ofreciendo todos ellos valiosos resultados que han permitido evolucionar en el desarrollo del sistema buscado desde un inicio, hasta conseguir alcanzar y resolver los objetivos marcados, haciendo pues una valoración totalmente positiva de todo el conjunto de pruebas y ensayos realizados.

6. DEFINICIÓN DE LA PIEZA ESPECIAL DESARROLLADA

Llegados a este punto puede darse por finalizado el proceso de diseño de la pieza especial y por tanto el desarrollo del sistema buscado, capaz de alcanzar los objetivos marcados desde un inicio.

La pieza especial obtenida como resultado de las sucesivas pruebas y mejoras, se basa en el bloque estándar, sobre el que se realizan las modificaciones necesarias según todo lo ya descrito en los apartados anteriores.

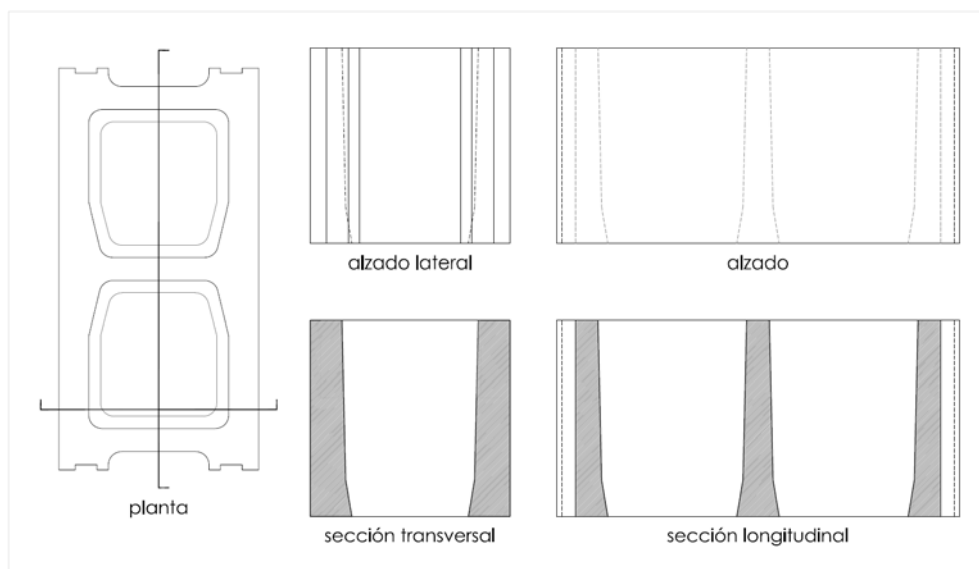


Ilustración 232. Geometría del bloque estándar.

El primer paso para conseguir la integración de la instalación eléctrica en la fábrica fue facilitar el tendido de las líneas por su interior, para lograrlo la primera modificación consistió en dar la continuidad horizontal de la que carece el bloque estándar, mediante una serie de rebajes en las tabiquillos interiores del bloque. Estos rebajes no son apreciables una vez haya sido ejecutada la fábrica, con lo que con el uso de estas piezas no se altera la apariencia del paramento.

Los rebajes están diseñados de modo que sea posible dejar integrados los tubos protectores durante el levantamiento de la fábrica, y su dimensionado permite variedad de combinaciones tanto de tubos como de conductores, respetando en todo momento las instrucciones expuestas en la ITC-BT-21 del REBT2002 que lo regula. Con los estudios realizados se comprueba la posibilidad de unas combinaciones de conductores muy holgadas en cuanto a la capacidad de suministro para un edificio de tamaño medio-grande. Sin embargo hay que tener en cuenta que en edificios de gran tamaño las líneas de secciones mayores suelen ejecutarse

de manera vista en superficie, con lo que el sistema propuesto continuaría siendo aplicable en el edificio.

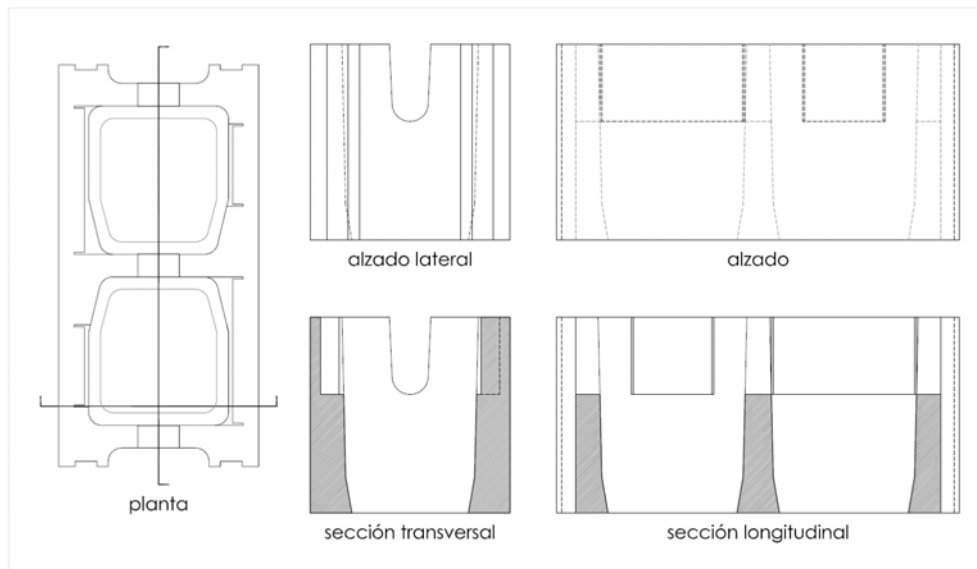


Ilustración 233. Geometría de la pieza especial desarrollada.

Una vez conseguida la integración del tendido de la instalación eléctrica en la fábrica de bloque (no sólo de las líneas verticales, sino ahora también de las horizontales), el segundo paso para conseguir la integración de la misma será el facilitar la colocación de las cajas empotradas que albergan los mecanismos, como tomas de corriente e interruptores, que son siempre de las mismas medidas universales para todos los fabricantes.

Con el objeto de facilitar la apertura de los huecos correspondientes en la fábrica para colocar estas cajas empotradas, será necesario realizar otra modificación sobre el bloque estándar de hormigón. La modificación consistió en unos cortes que marcan el hueco necesario para colocar las cajas empotradas. De este modo lo que se está proyectando es la rotura programada del bloque, para abrir fácilmente los huecos donde y cuando sea necesario. Estos cortes no son totales, es decir, no atraviesan totalmente las paredes del bloque, con el objeto de que la pieza sea exteriormente idéntica a la pieza estándar. Al tratarse de una rotura programada mediante el debilitamiento de la sección, se produce de manera limpia, con lo que desaparecen los antiestéticos parches de mortero, frecuentes actualmente alrededor de los embellecedores de algunos mecanismos cuando se abre el hueco mediante picado.

Dado que todas las piezas de la hilada son iguales, la situación de los cortes interiores (y por tanto el lugar donde se deben efectuar los golpes) será siempre la misma. Con esto no sólo se facilita la ejecución, si no que se consigue una buena disposición de los mecanismos, bien alineados y ordenados.

Gracias a los cortes descritos se consigue el hueco necesario para la colocación de una caja con comodidad, sin embargo en muchos casos es necesario colocar dos o más cajas, por este motivo se crean otros dos

cortes con mayor separación en el otro hueco del bloque, con una dimensión suficiente para dar cabida a dos cajas enlazadas. De ser necesaria una tercera caja queda disponible el rehundido del hueco vecino, composición que podría ser útil por ejemplo para dos tomas de corriente y una para señal de antena, voz o datos. Además gracias al amplio abanico de posibilidades que ofrecen los fabricantes hoy día sería posible colocar hasta 6 elementos diferentes en la cara de un bloque.

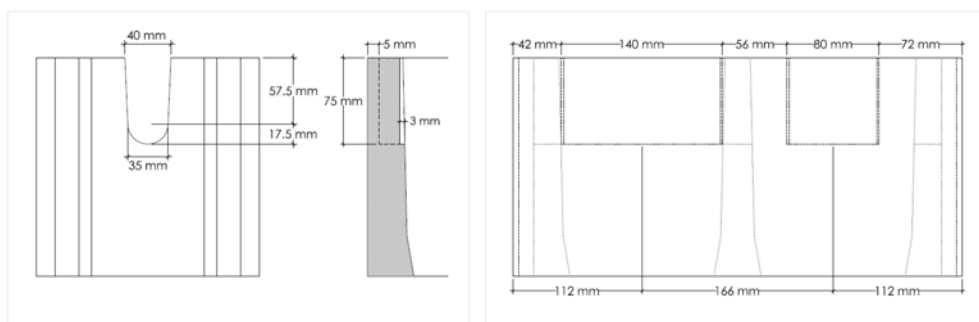


Ilustración 234. Geometría de las modificaciones realizadas sobre el bloque estándar.

Finalmente y para dar la posibilidad de colocar mecanismos por ambas caras del paramento con el uso de esta pieza, se realizan estos rehundidos (sencillo y doble) en las dos paredes exteriores del bloque de manera doblemente simétrica.

Con esta doble simetría se puede saber en qué lugar se sitúan los cortes interiores, sin necesidad de hacer ninguna perforación previa en la fábrica. De este modo, cuando se desee empotrar una caja en la fábrica ya ejecutada, con los tubos protectores tendidos por el interior, bastará con practicar unos golpes con martillo a 11 cm del borde derecho o izquierdo del bloque, en función del número de cajas a empotrar (1 ó 2).

En el inicio del desarrollo se señaló la idoneidad del bloque de 20 cm de espesor como el más adecuado, sin embargo, el sistema desarrollado es extrapolable a piezas para fábricas de otros espesores, como el de 15 cm.

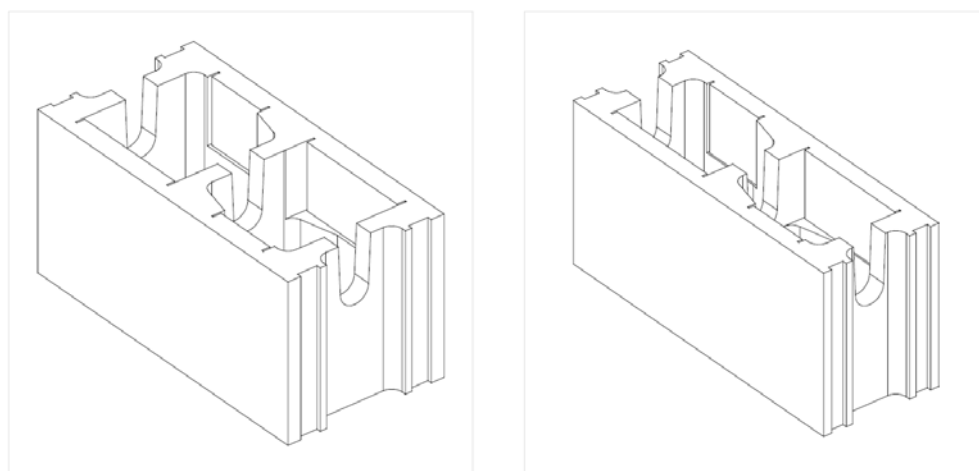


Ilustración 235. Bloque especial desarrollado, para fábricas de espesores 20 y 15 cm.

Como complemento del sistema de fábrica propuesto, se incluyen las piezas auxiliares habituales de bloque con cabeza/s lisa/s y medios bloques, así como el bloque en esquina necesario para fábricas de 15 cm de espesor.

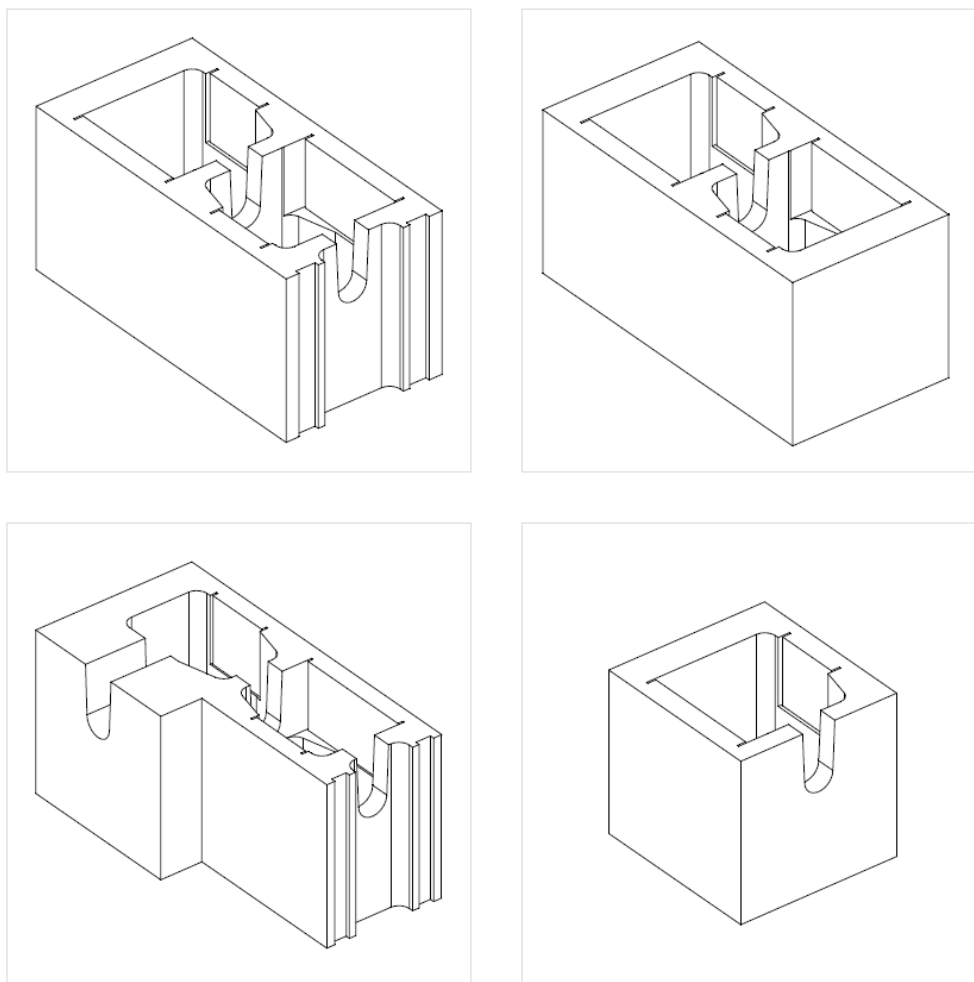


Ilustración 236. Piezas auxiliares. Bloque de cabeza lisa, bloque de dos cabezas lisas, bloque de esquina (fábrica de 15 cm) y medio bloque.

Ha quedado patente que la pieza especial desarrollada parte del bloque estándar, y del mismo modo los componentes del molde necesarios para fabricarla parten del molde estándar, según lo ya descrito en el apartado 4.2.1. Preparación del molde y especialmente en la Ilustración 200 y la Ilustración 202. Por este motivo se asume que la pieza diseñada podrá ser producida por cualquier fabricante del sector, sin la necesidad de realizar inversiones importantes.

7. SOLUCIONES APORTADAS

Con todo lo expuesto se considera que la pieza desarrollada soluciona en gran medida las carencias del sistema tradicional de ejecución de una fábrica de bloque de hormigón visto, en la cual era necesario integrar una instalación eléctrica.

Tal como se ha descrito la pieza propuesta facilita la ejecución del tendido de las canalizaciones protectoras, a través de los rebajes que presentan las paredes interiores del bloque. Esta pieza especial únicamente será necesario colocarla a la altura de aquellas hiladas en las que se vayan a instalar los mecanismos más habituales, tales como tomas de corriente, interruptores, pulsadores, conmutadores,... etc. que suelen situarse a una altura constante dentro de un mismo edificio. Igualmente se deberá colocar sobre las aberturas existentes en la fábrica, tales como puertas y ventanas, aunque no necesariamente. De esta manera se soluciona el tendido horizontal de las líneas, mientras que el vertical queda resuelto por la continuidad que se produce en los huecos del bloque con su colocación habitual. Gracias pues a esta nueva facilidad en el tendido de las líneas, se reduce en gran medida la necesidad de conocer a priori el diseño final de la instalación, y por tanto se facilita tanto la ejecución de la fábrica como de la instalación eléctrica.

Según esto la recomendación marcada en la tabla 10 de la ITC-BT-21 del REBT 2002 (Condiciones para la ejecución de la instalación empotrada) en la que se indica la dificultad de aplicación en la práctica de la preparación del alojamiento para los tubos protectores durante la construcción del paramento, se entenderá que con el uso de la pieza desarrollada esta puntualización podría desaparecer.

La pieza también facilita la instalación de dichos mecanismos mediante los cortes interiores, diseñados de tal modo que una vez ejecutada la fábrica y decidida la situación de estos mecanismos, únicamente habrá que efectuar unos golpes precisos con un martillo (y la herramienta complementaria que mejora los resultados) para abrir el hueco necesario para empotrar la caja (o cajas según el caso) y realizar las conexiones interiores.

Este sistema de ejecución con el tendido de las canalizaciones horizontales durante el levantamiento de la fábrica, hace que ésta quede dotada de un tendido fácilmente localizable y accesible a través de la apertura de nuevos huecos mediante martillo. Con esto se obtiene además una instalación más flexible, puesto que es posible instalar nuevos mecanismos sin casi necesidad de investigar el tendido de la instalación, ya que se conoce a priori.

De esta manera se consigue la integración total de la instalación eléctrica en el interior de la fábrica de bloque de hormigón visto, y al mismo tiempo la pieza diseñada se incluye en el desarrollo de la fábrica, sin afectar a sus

funciones principales de utilidad, firmeza y aspecto, puesto que exteriormente no se distingue de la pieza estándar.

Al mismo tiempo se presentan otras ventajas añadidas, derivadas de la presencia próxima de canalizaciones en casi cualquier punto de un paramento que incluya el nuevo sistema, como por ejemplo la facilidad de instalación de cerraduras eléctricas en puertas o sensores de apertura en ventanas (para sistemas de seguridad, alarma o domóticos), además de las variaciones de la propia instalación eléctrica (nuevas tomas de consumo, iluminación,...etc.). Este aspecto resultará de gran relevancia cuando estas instalaciones se deseen incluir en construcciones existentes, previamente ejecutadas con este sistema, ya que se evitan las rozas y/o los tramos de instalación vistos.

Por otra parte, se facilita a los proyectistas el uso del bloque visto, de modo que la ejecución de las instalaciones no suponga un inconveniente.

Finalmente cabe destacar que la pieza especial obtenida, se ha desarrollado partiendo de un bloque estándar y teniendo presente su proceso de fabricación, obteniendo un bloque que puede ser producido industrialmente por cualquier fabricante existente, únicamente siendo necesaria la obtención de las piezas intercambiables del molde. Al mismo tiempo al tratarse de una pieza realizada a partir de la estándar, sería previsible una buena acogida en el mercado, al suponer un impacto menor que una pieza totalmente nueva, desconocida, y por tanto de menor confianza.

8. PRODUCCIÓN INDUSTRIALIZADA Y COMERCIALIZACIÓN

Siempre que se desarrolla un nuevo producto o material resulta imprescindible estudiar no sólo la viabilidad de su producción (tal como se ha hecho en los apartados anteriores), si no que habrá que estudiar igualmente la viabilidad de su producción industrializada en serie y su comercialización.

En este sentido se analizarán dos factores básicos, como son:

- . Producción simultánea con la pieza estándar o independiente.
- . Coste de la pieza especial frente al coste de la pieza estándar.

En primer lugar habrá que evaluar dos posibilidades en el proceso de producción: fabricación de la pieza especial de manera independiente de la pieza estándar, o bien fabricación simultánea de la pieza especial y la pieza estándar, es decir fabricando ambas piezas en la misma bandeja de la máquina-prensa.

Habiendo estudiado el proceso de fabricación en profundidad (apartado 2.1. Proceso de fabricación), se estima más interesante inclinarse por la producción simultánea del bloque estándar y el bloque especial, ya que si se optase por una producción independiente resulta previsible el cambio de tonalidad entre ambos tipos de piezas, factor de gran importancia considerando que la fábrica deberá poder quedar vista.

El posible cambio de tonalidad es un aspecto inevitable para el fabricante, ya que los áridos empleados son una materia prima natural que puede presentar ligeras variaciones de color, que serán traspasadas al producto final. El cambio de color suele ser muy sutil, y prácticamente imperceptible si se comparan piezas aisladas, aunque puede llegar a ser destacable en el caso de paños de fábrica.

Una vez inclinados por la producción simultánea, habrá que comprobar su viabilidad en cuanto a la proporción de piezas fabricadas por bandeja y paletizado conjunto, o lo que es lo mismo, estudiar cuál es la proporción adecuada de piezas por bandeja y por palet atendiendo a las piezas especiales por metro cuadrado de fábrica levantada (considerando siempre valores generales medios).

Partiendo de muros de entre 2,60-3,00 metros de altura en los que ejecuten dos hiladas de piezas especiales, se obtiene una proporción aproximada de 6 bloques estándar por cada pieza especial, mientras que si son dos las hiladas de piezas especiales, la proporción pasaría a ser de 3,5 bloques estándar por cada pieza especial. Según esto y teniendo en cuenta que la pieza especial diseñada cumple los mismos requisitos básicos que el bloque estándar, se puede establecer una proporción mínima de 6 y una

máxima de 3, ya que las piezas especiales sobrantes podrán emplearse en la fábrica como si fuesen piezas estándar, aunque no se aprovechen sus ventajas.

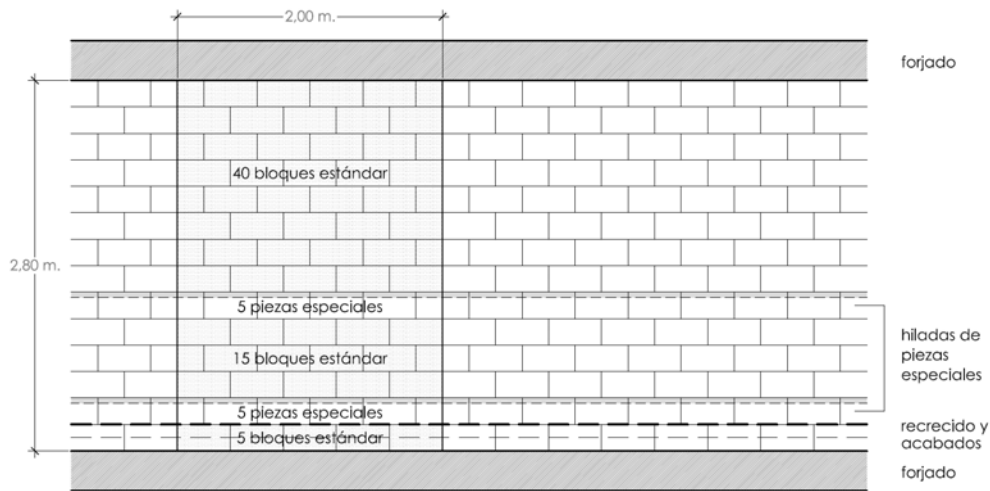


Ilustración 237. Estimación de piezas por tipos en paño de fábrica con dos hiladas de piezas especiales.

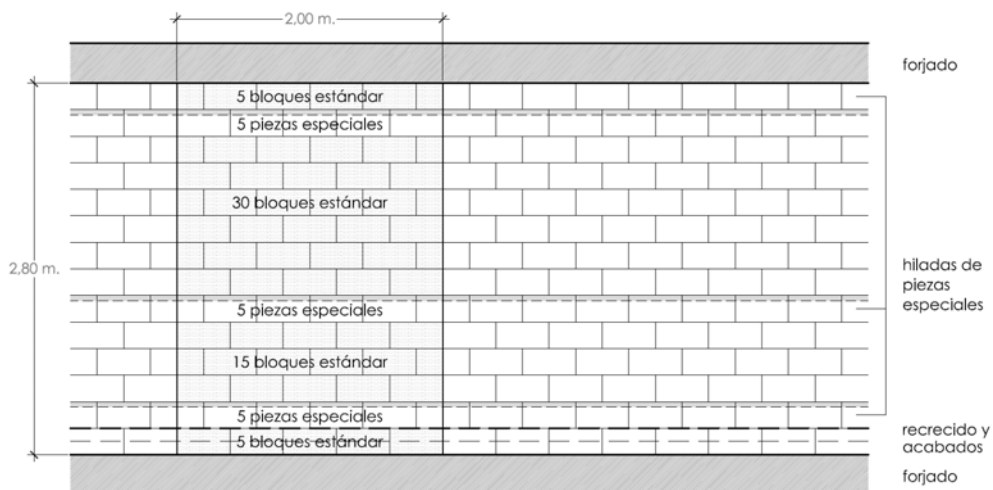


Ilustración 238. Estimación de piezas por tipos en paño de fábrica con tres hiladas de piezas especiales.

Conocida la proporción buscada será necesario comprobar la proporción de piezas por bandeja que resulta posible conseguir en la fabricación. Teniendo en cuenta que para la fabricación de bloque de 20 cm de ancho se obtienen 3 bloques por bandeja, y que para la fabricación de bloque de 15 cm de ancho se obtienen 4 bloques por bandeja, las proporciones más ajustadas a las buscadas serían de 1 pieza especial por cada 2 bloques estándar de 20 cm y de 1 pieza especial por cada 3 bloques estándar de 15 cm.

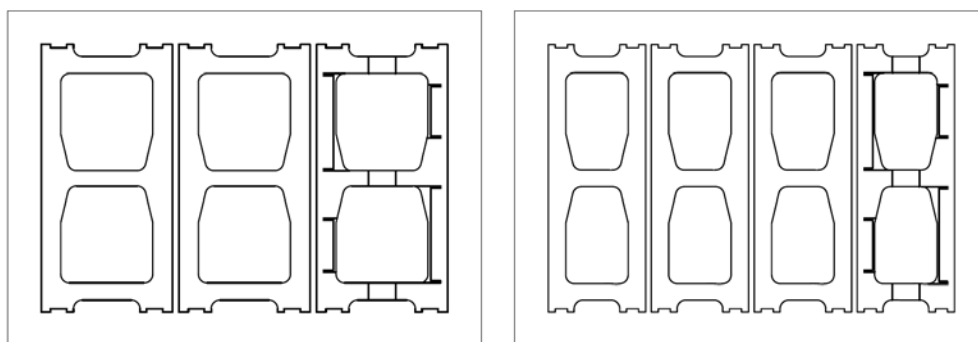


Ilustración 239. Reparto de piezas especiales por bandeja, para bloque de 20 cm [izquierda] y bloque de 15 cm [derecha].

Se comprueba pues la posibilidad de fabricación simultánea del nuevo bloque técnico, con lo que se obtendrían así paquetes paletizados con unas proporciones adecuadas listos para poner en obra. Los palets de bloque de 20 cm suelen estar compuestos por un total de 90 piezas y atendiendo a la proporción anterior descrita, se obtendrían palets compuestos por 60 bloques estándar y 30 piezas especiales. Del mismo modo los palets de bloque de 15 cm suelen estar compuestos por un total de 116 piezas y atendiendo a la proporción anterior descrita, se obtendrían palets compuestos por 87 bloques estándar y 29 piezas especiales.

El caso de las piezas especiales (medios bloques y bloques con cabeza lisa) se estudiaría puntualmente tal como se hace en la actualidad para el bloque estándar, ya que su volumen de producción es muy inferior.

En cuanto al coste de fabricación cabe destacar la nula diferencia con respecto al bloque estándar, al no suponer cambios en los consumos de materia prima, y como ya se ha visto resulta posible introducirlo en el proceso de fabricación existente, sin que sea necesario tomar medidas extraordinarias que pudieran influir en los costes de producción.

Al mismo tiempo al tratarse de una pieza realizada a partir de la estándar, sería previsible una buena acogida, tanto en el mercado como por los fabricantes, al suponer un impacto menor que una pieza totalmente nueva, totalmente desconocida, y por tanto de menor confianza.

Por otra parte, las dos herramientas especiales que facilitan y mejoran la apertura de huecos en la fábrica, para la colocación de las cajas empotradas, sería facilitada por el fabricante de bloque, optando por una venta directa o un préstamo con una fianza como compromiso de devolución (práctica habitual actualmente en el manejo de elementos como los palets de madera con los que se suministra el bloque).

Atendiendo a todo lo hasta aquí expuesto, se comprueba la completa viabilidad del sistema desarrollado, no sólo de su funcionamiento práctico con su puesta en obra, sino también de su facilidad de inclusión en el proceso productivo de los fabricantes.

9. EJEMPLOS DE POSIBLE APLICACIÓN

El uso del bloque de hormigón está ampliamente extendido a nivel mundial, tratándose de un material básico y fundamental en regiones como Norteamérica, Oriente Próximo o Norte de África. Sin embargo el bloque de hormigón en España y Europa se ha visto relegado a un papel secundario, sin que se exploten sus posibilidades.

El sistema aquí desarrollado podría extenderse y aplicarse en infinidad de arquitecturas, más allá de la mera aplicación en casos tales como cierres de parcela, arquitectura industrial, edificaciones agrícolas, rurales y pequeñas construcciones auxiliares. Aunque las mejores muestras de construcción con fábrica vista de bloque de hormigón se encuentran fuera de nuestras fronteras, en este apartado se presentan ejemplos cercanos, con obras recientes, dentro del ámbito nacional español.

Para la búsqueda de ejemplos se toma como fuente el Concurso de Diseño y Arquitectura con Bloques de Hormigón, promovido por NormaBloc (Asociación Nacional de Fabricantes de Bloques y Mampostería de Hormigón), en su edición de 2008.

El bloque de hormigón es un elemento de construcción primordial y representativo en las 30 obras estudiadas. El abanico de proyectos presentados es muy amplio, con diferentes escalas y multitud de usos:

. Edificio bioclimático de instalaciones para piscinas, por Ramón Ruiz-Cuevas Peña.



. Real Club de Golf "El Prat", por Carlos Ferrater Lambarri.



. Centro de educación infantil de primaria, por Jordi Badia.



. Instituto de Enseñanza Secundaria Obligatoria, por Sara Solé Wert.



. Centro de Formación Agraria, por Javier Arroyo Yanes.



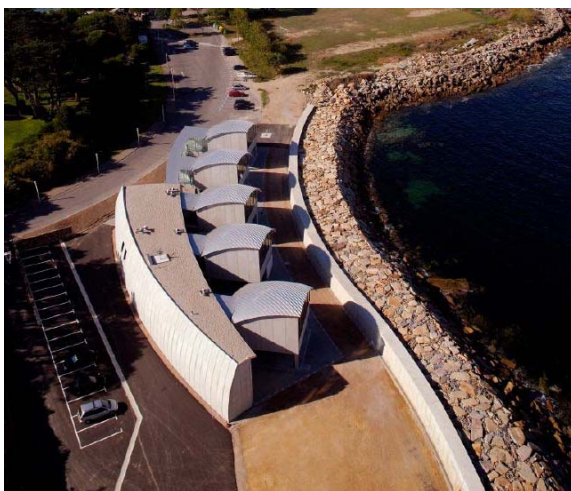
. Centro de Salud, por Javier Barcos y Manuel Enríquez.



. Espacio para una sociedad gastronómica, por Carlos Pereda y Óscar Pérez.



. Estación de Ciencias Marinas, por Xosé Carlos Rodríguez Otero.



. Edificio de viviendas, por Carlos Ferrater Lambarri.



. Piscina cubierta, por Enrique Pérez Díaz.



. Centro de Educación Infantil y Primaria, por Antoni Barceló Baeza y Bárbara Balanzó Moral.



. Rehabilitación y ampliación de Club Náutico de remo y piragüismo, por Cristina Nieto Peñamaría; José Luis Gil Pita; Juan Pinto Tasende.

. Edificio industrial para imprenta, por Julio Vila Liente y Juan E. Vernetta de los Santos.

. Anexo a vivienda unifamiliar, por David Archilla Pérez y Covadonga Martínez-Peñalver.

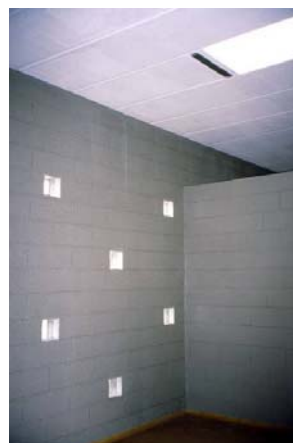


. Conjunto de 5 Viviendas Unifamiliares, por David Riera Sureda.

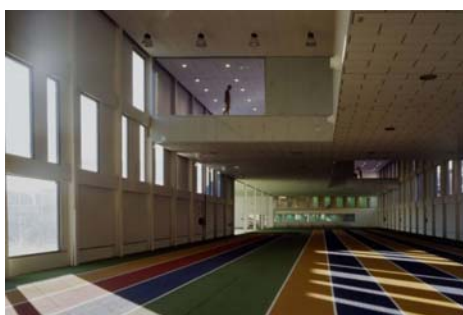
. Centro polideportivo, por Javier Pérez Urribarri.

. Área recreativa para Colegio, por Jesús M^a Alba Elías; Laura García Juárez.

. Centro Municipal de recogida de animales, por Ana Rodríguez García y Rafael Hernando de la Cuerda.



. Instalaciones deportivas, por Julio Grijalba Bengoetxea, Alberto Grijalba Bengoetxea, M^a Paloma Gil Giménez, Eduardo Carazo Lefort y Víctor J. Ruiz Méndez.



. Edificio de 26 viviendas, por Daniel Abad Riera, Jordi Altabás Cárdenes, Francisco Javier Álvaro Méndez, Sergi Raventós Mateu.



. Ampliación del Cementerio Sta. Baia de Moar, por Antonio Pernas Varela.

. Complejo Residencial de Viviendas, por Elena Castillo Martínez.

. Iglesia y Complejo Parroquial, por Pedro del Barrio Riaño.

. 3 Viviendas Unifamiliares Adosadas, por Luis Clavel Sainz y Manuel Clavel Rojo.



. Vivienda Unifamiliar, por Iapanaderia-arquitectura y diseño s.l.p.: Rubén Alonso Mallen, David Cañavate Cazorla y Eva Morales Soler.



. Escuela Infantil 0-3 años, por Javier Barcos y Manuel Enríquez.



. Local Comercial, por Tomás Amat Guarinos y Pablo Belda Hernández.

. Parque Urbano, por Ignacio González Olalla y Eduardo Martín Correas.

. Vivienda unifamiliar aislada, por Álvaro Tagarro Díaz; Rodrigo de Miguel Martínez de Tejada.



. Centro polivalente, por José Milla de Marco.



En muchos de estos proyectos el bloque de hormigón cobra mayor relevancia mostrándose con una fábrica vista, por lo que estos ejemplos son muestra de la posible aplicación del sistema de integración de las instalaciones en la fábrica vista.

II. Desarrollo de un sistema para la integración de la instalación eléctrica
en la fábrica vista de bloque de hormigón

III. CONCLUSIONES

III. CONCLUSIONES

En primer lugar se puede extraer la conclusión de que la fábrica de bloque de hormigón es un sistema con diversidad de posibilidades constructivas, arquitectónicas y expresivas, más allá de la mera imagen de la arquitectura industrial o de la pequeña construcción auxiliar.

La construcción con bloque de hormigón presenta gran facilidad constructiva, lo que permite el empleo de mano de obra local y flexibilidad de diseño, ofreciendo además versatilidad y expresividad en aquellos casos en los que se manifieste la fábrica cuando quede vista.

Por otra parte, aunque aparentemente se trata de una material que desde hace tiempo ha llegado a un punto en el que su corta evolución se había estancado, resulta interesante encontrar iniciativas para el desarrollo de nuevas soluciones y posibilidades constructivas. Estos nuevos productos muestran la vitalidad de este material básico, que tiene su máximo exponente de evolución y empleo en Norteamérica (Estados Unidos y Canadá).

Se considera que el objetivo de la investigación, consistente en el estudio de la integración de las instalaciones eléctricas en la construcción con fábrica de bloque vista, para la posterior búsqueda y desarrollo de un nuevo sistema capaz de evolucionar y mejorar su ejecución de un modo simbiótico, ha sido conseguido.

La consecución de este objetivo se estima lograda mediante el nuevo bloque técnico diseñado, durante un proceso meditado y estudiado de tal modo que sea factible e incluso comercializable con rentabilidad.

Se ha alcanzado así el objetivo propuesto de ingeniar un nuevo sistema a través de un nuevo bloque de hormigón que cumple una triple función:

- Facilitar la integración de la instalación durante el proceso de ejecución de la fábrica.
- Facilitar la apertura de huecos para colocar las cajas empotradas destinadas a alojar los mecanismos eléctricos en el paramento levantado con fábrica vista.
- Facilitar el aumento de la instalación.
- Capacidad de incluirse en el desarrollo de la fábrica, sin afectar a sus funciones principales de utilidad, firmeza y aspecto.

El proceso de desarrollo del sistema buscado ha resultado ser más complicado de lo inicialmente esperado, profundizando no sólo en el conocimiento general y completo de la construcción con fábrica de bloque, si no que resultaría de vital importancia el conocimiento del proceso de producción industrializada de los bloques. Una vez alcanzados estos conocimientos previos fundamentales, los múltiples ensayos

realizados durante el proceso de modificación y optimización del diseño de la pieza, han permitido alcanzar un sistema completo de fábrica de bloque de hormigón, en la que se integra correctamente la instalación eléctrica, sin alterar la imagen vista de la fábrica.

Se ha comprobado así la completa viabilidad del sistema desarrollado, no sólo de su funcionamiento práctico con su puesta en obra, sino también de su facilidad de inclusión en el proceso productivo de los actuales fabricantes de bloque de hormigón.

Al mismo tiempo se abre a los diseñadores la posibilidad de proyectar fábricas vistas de bloque de hormigón, sin que la ejecución de las instalaciones suponga un impedimento.

Con todo lo expuesto, se deduce que el actual proceso de ejecución de las instalaciones integradas en los paramentos de fábrica de bloque vista es claramente mejorable, lo que ha quedado probado con la nueva vía de estudio abierta en este trabajo de investigación.



IV. BIBLIOGRAFÍA

IV. BIBLIOGRAFÍA

1. NORMATIVA

CTE SE-F. Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural – Fábricas. Ministerio de la Vivienda, 2006.

RB-90. Pliego de condiciones técnicas generales para la recepción de bloques de hormigón en las obras de construcción. MOPU. Madrid, 1990.

UNE-EN 1996-1-1:2011. Eurocódigo 6: Proyecto de estructuras de fábrica. Parte 1-1: Reglas generales para estructuras de fábrica armada y sin armar fábrica y fábrica armada. Ed. AENOR, 2011.

UNE-EN 1996-1-2:2011. Eurocódigo 6: Proyecto de estructuras de fábrica. Parte 1-2: Reglas generales. Proyecto de estructuras sometidas al fuego. Ed. AENOR, 2011.

UNE-EN 1996-2:2011. Eurocódigo 6: Proyecto de estructuras de fábrica. Parte 2: Consideraciones de proyecto, selección de materiales y ejecución de la fábrica. Ed. AENOR, 2011.

UNE-EN 771-3: 2003. Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 3: Bloques de hormigón (áridos densos y ligeros). Ed. AENOR, 2004.

UNE-EN 771-3:2004/A1. Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 3: Bloques de hormigón (áridos densos y ligeros). Ed. AENOR, 2005.

UNE 127771-3:2006. Complemento nacional a la Norma UNE-EN 771-3.

UNE-EN 771-4: 1999. Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 4: Bloques de hormigón celular curado en autoclave. AENOR, 2000.

UNE-EN 772-2: 1999. Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 2: Determinación del porcentaje de superficie de huecos en piezas de hormigón para fábrica de albañilería (por impresión sobre papel). AENOR, 1999.

UNE-EN 772-15: 2000. Métodos de ensayo de piezas para fábricas de albañilería. Parte 15: Determinación de la permeabilidad al vapor de agua de los bloques de hormigón celular curado en autoclave. AENOR, 2000.

UNE 41167: 1989 EX. Bloques de hormigón. Método de ensayo para la medición de las dimensiones y comprobación de la forma. AENOR, 1989.

UNE 41168: 1989 EX. Bloques de hormigón. Método de ensayo para determinar la sección bruta, sección neta e índice de macizo. AENOR, 1989.

UNE 41169: 1989 EX. Bloques de hormigón. Método de ensayo para determinar la densidad real del hormigón. AENOR, 1989.

UNE 41170: 1989 EX. Bloque de hormigón. Método de ensayo para determinar la absorción de agua. AENOR, 1989.

UNE-EN 772-1: 2001. Métodos de ensayo de piezas para fábricas de albañilería. Parte 1: Determinación de la resistencia a compresión. AENOR, 2001.

UNE-EN 772-10: 1999. Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 10: determinación del contenido en humedad de piezas silicocalcáreas y de hormigón celular curado en autoclave. AENOR, 1999.

UNE-EN 772-11: 2001. Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 11: determinación de la absorción de agua por capilaridad de piezas para fábrica de albañilería. En hormigón, piedra natural y artificial, y de la tasa de absorción de agua inicial de las piezas de arcilla cocida para fábrica de albañilería. AENOR, 2001.

UNE-EN 772-13: 2001. Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Determinación de la densidad absoluta seca y de la densidad aparente seca de piezas para fábrica de albañilería. (Excepto piedra natural). AENOR, 2001.

UNE-EN 772-16: 2001. Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 16: determinación de las dimensiones. AENOR, 2001.

UNE-EN 772-20: 2001. Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 20: determinación de la planeidad de las caras de piezas para fábrica de albañilería de hormigón, piedra artificial y piedra natural. AENOR, 2001.

UNE-EN 845-1: 2004. Especificaciones de elementos auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 1: Tirantes, fleje de tensión, abrazaderas y escuadras.

UNE-EN 845-2: 2004. Especificaciones de elementos auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 2: Dinteles.

UNE-EN 845-3: 2004. Especificaciones de elementos auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 3: Refuerzo de junta horizontal de malla de acero.

EN 845-4: 2004. Especificaciones de elementos auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 4: Costillas de refuerzo.

UNE-EN 1052-1: 1999. Métodos de ensayo para fábricas de albañilería. Parte 1: determinación de la resistencia a compresión. AENOR, 1999.

UNE-EN 1052-2: 2000. Métodos de ensayo para fábricas de albañilería. Parte 2: determinación de la resistencia a la flexión. AENOR, 2000.

UNE-EN 1052-4: 2001. Métodos de ensayo para fábrica de albañilería. Parte 4: determinación de la resistencia al cizallamiento incluyendo la barrera al agua por capilaridad. AENOR, 2001.

NTE-EFB. Estructuras. Fábricas de Bloque. M.O.P.U. 1974.

NTE-FFB. Fachadas. Fábrica de Bloques. M.O.P.U. 1974.

Exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión. Transposición de la directiva 73/23/CEE. Real Decreto 7/1988, de 8 de enero. Ministerio de Industria y Energía, Gobierno de España.

Desarrollo y complemento de las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión (Real Decreto 7/1988). Orden de 6 de junio de 1989. Ministerio de Industria y Energía, Gobierno de España.

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51. Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto. Ministerio de Industria y Energía, Gobierno de España.

Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y Revisión de las instrucciones técnicas complementarias (ITC). Septiembre 2003 – Noviembre 2013. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Gobierno de España.

Interpretación y aplicación de determinados preceptos del Real decreto 842/2002. Instrucción 4/2007, de 7 de mayo. Consellería de Innovación e Industria, Xunta de Galicia.

Modificación de las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión (Real Decreto 7/1988). Real Decreto 154/1995, de 3 de febrero. Ministerio de Industria y Energía, Gobierno de España.

Infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación. Real Decreto-Ley 1/1998, de 27 de febrero. Jefatura del Estado, Gobierno de España.

Procedimiento a seguir en las instalaciones colectivas de recepción de televisión en el proceso de su adecuación para la recepción de la televisión digital terrestre y se modifican determinados aspectos administrativos y técnicos de las infraestructuras comunes de telecomunicación en el interior de los edificios. Orden ITC/1077/2006, de 6 de abril. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Gobierno de España.

Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones. Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Gobierno de España.

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio. Ministerio de la Presidencia, Gobierno de España.

Modificaciones al Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (Real Decreto 1027/2007). Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre. Ministerio de la Presidencia, Gobierno de España.

Modificación de determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (Real Decreto 1027/2007). Real Decreto 238/2013, de 5 de abril. Ministerio de la Presidencia, Gobierno de España.

2. PUBLICACIONES Y ARTÍCULOS

Adell, J.Mª / Lahuerta, J.A. "Manual Murfor: La fábrica armada". Ed. Bekaert, 1992.

Adell, J.Mª. "La Fábrica Armada". Ed. Munilla-Lería. Madrid, 2000.

Adell, J.Mª "Manual AllWall: El Sistema de Albañilería Integral". AllWall Systems, 2006.

Álvarez, M.A. "Recomendaciones para la fabricación, puesta en obra y conservación de bloques prefabricados de hormigón". Monografías del I.E.T.C.C. Madrid, 1991.

Arizmendi Barnes, L.J. "Cálculo y normativa básica de las instalaciones en los edificios". Ed. Universidad de Navarra. Pamplona, 2007.

Arizmendi Barnes, L.J. "Electricidad en arquitectura". Ed. Newbook, 1998.

Asociación Nacional de Fabricantes de Bloques y Mampostería de Hormigón. "Código de buena práctica para la ejecución de fábricas con bloques y mampostería de hormigón". Ed. Normabloc. Madrid, 2007.

Asociación Nacional de Fabricantes de Bloques y Mampostería de Hormigón. "Manual técnico Normabloc". Ed. Normabloc. Madrid, 2007.

Bernstein, D. / Champetier, J.P. / Peiffer, F. "Nuevas técnicas en la obra de fábrica: El muro de dos hojas en la arquitectura de hoy". Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1985.

Cabello Rivero, M. "Instalaciones eléctricas interiores". Ed. Editex, 2010.

Carrasco Sánchez, E. "Guía técnica de interpretación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, RD. 842-2002". Ed. Tebar, 2007.

Carrasco Sánchez, E. "Instalaciones eléctricas de baja tensión en edificios de viviendas". Ed. Tebar, 2008.

Corres, H. / Sánchez, M. / Rodríguez, L.F. / Vaquero, J.J. "Manual para el proyecto y construcción de estructuras con bloques de hormigón". Ed. IECA. Madrid, 1997.

Dalzell, JR. "Construcción con bloques de hormigón". Ed. Reverte, 1962.

Feijó Muñoz, J. "Instalaciones eléctricas en la arquitectura". Ed. COA Valladolid, 1991.

Feijó Muñoz, J. "Instalación eléctrica y electrónica integral en edificios inteligentes: una nueva tecnología para viviendas". Ed. Universidad de Valladolid, 1991.

Galvan Llopis, V. "Consideraciones generales sobre el diseño y construcción de fábricas de bloques". Jornadas U.P.V., 1985.

García Quesada, R. "Ubicación de instalaciones sin apertura de rozas en cerramientos y particiones cerámicas". Artículo en VLC Arquitectura Vol.1 núm.1. 2014.

Gormaz González, I. "Técnicas y procesos en las instalaciones singulares en los edificios". Ed. Paraninfo. Madrid, 2007.

Harper, E. "Manual de instalaciones electromecánicas en casas y edificios". Ed. Limusa. México DF, 2003.

Llorens, J. & Soldevila, A. "Construcció amb bloc de formigó". Ed. UPC. Barcelona, 1997.

Luzón Cánovas, J.M. "Estabilidad estática de los cerramientos de fachadas de fábrica." Cuadernos INTEMAC Nº 8. Ed. INTEMAC, 1992.

Martín Castillo, J.C. "Instalaciones eléctricas de baja tensión". Ed. Editex, 2009.

Mas, A. [et al.]. "Fábrica de bloques de hormigón". Ed. UPV. Valencia, 1996.

Panarese, W.C. / Kosmatka, S.H. / Randall Jr., F.A. "Concrete masonry handbook for Architects, Engineers, Builders". Ed. Portland Cement Association, 1991.

Roberts, J. / Tovey, A. / Fried. A. "Concrete Masonry designer's handbook". Ed. Spon Press, 2001.

Roces Arbesu, C. "El bloque de hormigón: su aplicación en muros y cerramientos". Monografías nº3. Ed. Universidad da Coruña. La Coruña, 1991.

Rodríguez Fernández, J. "Instalaciones domóticas". Ed. Paraninfo. Madrid, 2012.

Rodríguez Martín, Luis F. "Estructuras de fábrica de bloques. Fundación Escuela de la Edificación". Madrid, 1986.

Wellpott, E. "Las instalaciones en los edificios". Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 2009.

3. INTERNET

Azar block. <http://www.azarblock.com>. 2008.

Diverhome Ductilblock. <http://www.diverhome.com>. 2008.

Astra Glaze. <http://www.trenwyth.com>. 2008.

SpectraGalze. <http://www.spectraglaze.com>. 2008.

Westbrook. <http://www.westbrookblock.com>. 2008.

Concrete Block Insulating Systems (CBIS). <http://www.cbisinc.com>. 2008.

Proudfoot. <http://www.noisemaster.thomaswebs.net>. 2008.

Anchorblock. <http://www.anchorblock.com>. 2008.

NormaBloc <http://www.normabloc.org>. 2009.

Oficina Europea de Patentes <http://www.espacenet.com>. 2008-2014.

4. PATENTES Y MODELOS DE UTILIDAD

Godfrey Lomer, Joseph Marson. "A sunk fixing for conduits, pipes, tubes, and electric or other cables and the means therefor". GB467054A. CIP: E04C 1/39. 10.junio.1937.

Harold, William Court. "Improvements in and relating to bricks, so as to facilitate the insertion of rods or pipes into brickwork". GB545064A. CIP: E04C 1/39B. 8.mayo.1942.

Waring, Walter Heaton. "Perfectionnements aux blocs de construction". FR1106436A. CIP: E04C 1/39. 19.diciembre.1955.

Gerardo Isasi Alberdi. "Un ladrillo con rozas". ES125183 U. 26.octubre.1966.

Laria S.P.A. "Élément de cloison en matériau ceramique à face détachable". FR 2142915 A3. CIP: E04B 2/00. 02.febrero.1973.

Insulock Corporation. "Building block and structures formed therefrom". EP 0001360 A1. CIP: E04C 1/10. 04.abril.1979.

SAGIONIS. "Building construction and bricks". GB2016058A. CIP: E04C 1/39. 19.septiembre.1979.

Jaime Guillén Rincón. "Nuevo bloque para la construcción de tabiques". ES251315 U. CIP: E04C 2/04. 16.septiembre.1980.

Rassias, Clark. "Building blocks, wall structures made therefrom and methods of making the same". US 4319440 A. CIP: E04C 2/04. 16.marzo.1982.

His. "System for building wall construction". US 4341049 A. CIP: F04B 2/38. 27.julio.1982.

Kneule GMBH Betontechnologie. Sin título disponible. DE8424667U1. CIP: E04C 1/07. 14.noviembre.1985.

Hunt. "Block". US 4671039 A. CIP: E04C 1/10. 09.junio.1987.

Ganju Triloki Nath, Univ Curtin Tech. "improved masonry block". WO9013716A1. CIP: E04C 1/39. 15.noviembre.1990.

Seitner, Hans. "Building brick for receiving supply pipes". WO9219827A1. CIP: E04C 1/39. 12.noviembre.1992.

Heinrich, Johann y Schlecht, Willi. "Buildingblock for electroinstallation". EP0561390A1. CIP: E04C 1/39. 22.septiembre.1993.

Selles Ivorra, José Luis. "Sistema de canalización sobre tabiques, para instalaciones eléctrica, de telefonía y similares". ES2072201A2. CIP: E04C 1/39. 1.julio.1995.

Patiño Doval, Olga. "Sistema de construcciones de tabiques con canalizaciones para cables, tuberías y similares". ES2081737A2. CIP: E04C 1/39. 1.marzo.1996.

Adell Argiles, Josep María. "Método de albañilería integral con posibilidad de armado tridimensional y piezas constructivas para dicho método". ES2122884 A1. CIP: E04B 2/02. 16.diciembre.1998.

Francisco Serrano Rubio. "Bloque para la construcción". ES2223299 A1. CIP: E04B 18/22. 16.febrero.2005.

Luis Torres Piñar. "Ladrillo con canal". ES1065382 U. CIP: E04C 1/39. 24.abril.2007.

Global Ryder Holdings PTY Ltd. "Insulating building block". WO 2008017105 A1. CIP: E04C 1/39. 14.febrero.2008.

Rafael García Quesada. "Ladrillo cerámico prensado preparado para ubicación de instalaciones sin apertura de rozas". ES2324456 A1. CIP: E04C 1/39. 6.agosto.2009.

Rafael García Quesada. "Bloque Termoarcilla preparado para ubicación de instalaciones sin apertura de rozas". ES2324590 A1. CIP: E04C 1/39. 10.agosto.2009.

Rafael García Quesada. "Ladrillo cerámico extrusionado preparado para ubicación de instalaciones sin apertura de rozas". ES2324811 A1. CIP: E04C 1/39. 14.agosto.2009.



ANEXOS

ANEXOS

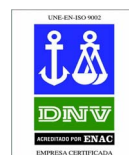
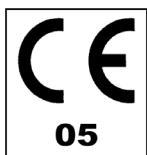
Anexo 1 . Ficha técnica del bloque de referencia

Se incluye copia de la ficha técnica comercial del bloque estándar utilizado como base para el desarrollo de la pieza especial buscada.

Anexo 2 . Pieza patentada. Patente ES-2354091_B1

Como primer resultado del proceso de desarrollo se realizó una primera patente sobre un diseño inicial del sistema.

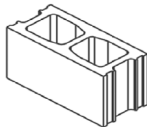
ANEXO 1 . FICHA TÉCNICA DEL BLOQUE DE REFERENCIA



CENTROS DE PRODUCCIÓN		
PREFHORVISA SABON, S.L.	PREFHORVISA CANDAME, S.L.	PREFHORVISA CALDAS, S.L.
Avda. da Ponte, 25-26 15142 – Arteixo (A CORUÑA) Tlf. (+34) 981 600485 Fax. (+34) 981 602023	Candame s/n 15142 – Arteixo (A CORUÑA) Tlf. (+34) 981 600485 Fax. (+34) 981 602023	Ctra. Caldas-Vilagarcía, Km. 2,5 36650 – Caldas de Reyes (PONTEVEDRA) Tlf. y Fax. (+34) 986 540007

Declaramos, de acuerdo con el **Control de Producción en Fábrica**, que los bloques de hormigón de referencia cumplen con las disposiciones de la norma **UNE-EN 771-3:2003+A1 "Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Bloques de hormigón (áridos densos y ligeros)"**, Anexo ZA de la citada Norma. **UNE 127771-3: 2008. CTE y sus DB complementarios.**

Solicitar **Declaración de Conformidad CE** de obligada disponibilidad según directiva 89/106/CE para la fabricación, comercialización y uso de bloques de hormigón. En etiqueta identificativa en palets figura: Nº de Lote, fábrica de procedencia y características principales para la trazabilidad del producto según exigencias CE. Resultados declarados según ensayos periódicos realizados en laboratorio externo, según normas UNE-EN correspondientes y tabulaciones según los DB y CAT-EC del CTE.

FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO. Certificado de Garantía											
DENOMINACIÓN COMERCIAL		BLOQUE DE 20 NORMAL									
		Código	200000X	X=0	X=1	X=3	X=4	X=5		X=6	
				GRIS	BLANCO	SALMON	CREMA	OCRE		AMARILLO	
USO	ESTRUCTURAL (CARGA), DE DIVISIÓN (PARTICIONES) Y CERRAMIENTO (MUROS)										
TIPO	Áridos	Densos	Categoría		II	Familia superficial		A revestir			
	Familia resistente	R6	Hidrofugado		NO		Color	Según último dígito del código			
PIEZAS ESPECIALES DISPONIBLES			MEDIOS, REMATES Y DINTELES								
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS											
Grupo (CTE)	Bloque hueco	Configuración	2 alveolos pasantes. Índice macizo entre 0,5 y 0,6. Espesor paredes ext. > 27 mm								
DIMENSIONES			l (longitud)		w (anchura)		h (altura)				
Dimensión nominal (mm) / Serie dimensional: A200			400		200		200				
Dimensión de fabricación (mm)			397		195		192				
Tolerancia dimensional (mm): D2			+1 / -3		+1 / -3		± 2				
PROPIEDADES FÍSICAS											
DENSIDAD	Densidad aparente en seco		1.150 Kg/m³ ±10%			Densidad seca absoluta		2.000 Kg/m³ ± 10%			
PROPIEDADES MECÁNICAS Carga aplicada perpendicular a las superficies de apoyo											
RESISTENCIA MECÁNICA		Resistencia a compresión media			> 6 N/mm²		Resistencia normalizada		> 8 N/mm²		
Resistencia adherencia a cortante		0,15 N/mm² para morteros de uso corriente y para los morteros ligeros 0,30 N/mm² para morteros para juntas y capas finas					Resistencia adherencia a flexión		PND		
PROPIEDADES TÉRMICAS											
Conductividad térmica λ		1,18 W/m·K		Resistencia térmica R		0,22 m² ·K/W		Calor específico Cp <td>1.000 J/kg·K</td>		1.000 J/kg·K	
PROPIEDADES HIGROMÉTRICAS											
Absorción de agua por capilaridad		Sin limitación	Absorción de agua		Sin limitación	Durabilidad Hielo-Deshielo		PND	Factor de resistencia al vapor de agua (μ)		10
ESTABILIDAD DIMENSIONAL. Variación debida a la humedad					Retracción		0,55 mm/m		Entumecimiento		0,65 mm/m
REACCIÓN Y RESISTENCIA AL FUEGO											
Reacción al fuego		Euroclase A1			Resistencia al fuego (muro sin revestir)			REI 120			
PROPIEDADES ACÚSTICAS. Valor mínimo declarado con revestimiento en ambas caras de 15 mm											
Aislamiento acústico al ruido aéreo directo				R = 49 dBA		MASA aproximada (mortero junta d=1900 Kg/m³)			244 Kg/m²		
SUSTANCIAS PELIGROSAS											
PND (Prestación No Declarada). Solicitar ficha de datos de seguridad.											

SELLO	<p>NOTA: Este documento no es válido si no va acompañado de albarán o factura emitido por PREFHORVISA</p>	FECHA	15/06/2005
-------	--	-------	------------

ANEXO 2 . PIEZA PATENTADA. PATENTE ES-2354091_B1

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 354 091**

21 Número de solicitud: 200803014

51 Int. Cl.:

E04C 1/39

(2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación: **20.10.2008**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **10.03.2011**

Fecha de la concesión: **20.01.2012**

45 Fecha de anuncio de la concesión: **01.02.2012**

45 Fecha de publicación del folleto de la patente:
01.02.2012

73 Titular/es:

PABLO DANIEL GARCIA CARRILLO
PL. PALLOZA, 2, 15 D
15006 LA CORUÑA, ES

72 Inventor/es:

GARCIA CARRILLO, PABLO DANIEL

74 Agente: **Domínguez Cobeta, Josefa**

54 Título: **BLOQUE PARA LA INTEGRACIÓN DE INSTALACIONES EN LA CONSTRUCCIÓN CON
FABRICA DE MAMPOSTERÍA DE HORMIGÓN.**

57 Resumen:

Bloque para la integración de instalaciones en la construcción con fábrica de mampostería de hormigón, constituido por una pieza (1) prismática, con paredes exteriores (2) y tabiques interiores (3), que determinan huecos (4), que presenta rebajes (7) en un extremo de los tabiques interiores (3), determinando un hueco entre la hilada de bloques (1) y la superior, destinado a permitir el paso de líneas horizontales (9) de la instalación, integradas durante el levantamiento del paramento (5). Para la entrada y salida de las conducciones, colocación de cajas o mecanismos, la pieza (1) cuenta, con cortes (10), dispuestos por pares, marcando el hueco (11) a practicar, situados la cara interna de las paredes exteriores (2) de pieza (1), centrados en los huecos (4) de la misma.

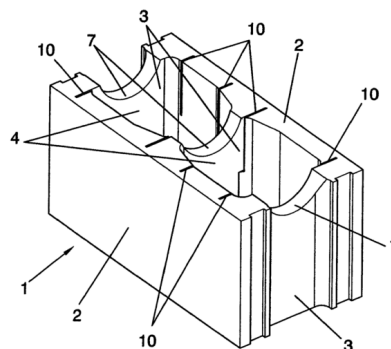


FIG. 1

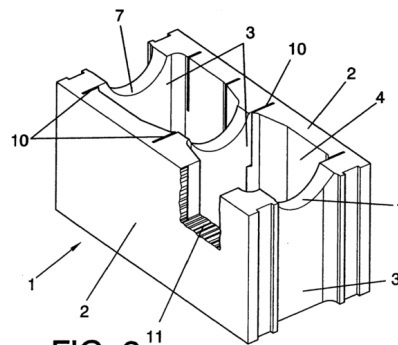


FIG. 2

ES 2 354 091 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Bloque para la integración de instalaciones en la construcción con fábrica de mampostería de hormigón.

Objeto de la invención

La invención, tal como expresa el enunciado de la presente memoria descriptiva, se refiere a un bloque para la integración de instalaciones en la construcción con fábrica de mampostería de hormigón, aportando a la función a que se destina notables ventajas e innovadoras características, aparte de otras inherentes a su organización y constitución, que se describirán en detalle más adelante, que suponen una destacable mejora frente a los sistemas actualmente conocidos.

Más en particular, el objeto de la invención se centra en un bloque de hormigón, del tipo de los utilizados para la construcción con fábrica de mampostería o pared de obra vista, cuyo estudiado e innovador diseño estructural tiene como objetivos esenciales facilitar la integración de la instalación eléctrica durante el proceso de ejecución de la fábrica, así como, facilitar la apertura de huecos para colocar las cajas empotradas destinadas a alojar los mecanismos eléctricos en el paramento levantado con fábrica vista, todo ello manteniendo la capacidad del bloque de incluirse en el desarrollo de la fábrica, sin afectar a sus funciones principales de utilidad, firmeza y aspecto.

Campo de aplicación de la invención

El campo de aplicación de la presente invención se encuentra dentro del sector de la construcción en general y, particularmente, de la construcción con fábrica de mampostería de hormigón.

Antecedentes de la invención

Como es sabido, desde los orígenes de la construcción los edificios han contado con muros y paredes, sin embargo ante la relativamente reciente aparición de las instalaciones eléctricas surgió la necesidad de solucionar la voluntad de incorporarlas en el interior de los edificios.

Con la aparición pues de las instalaciones eléctricas nace al mismo tiempo la necesidad de incorporarlas en los edificios. Esta incorporación tradicionalmente se ha realizado de dos maneras posibles: vista sobre los paramentos ya ejecutados y terminados, u oculta, empotrada en el interior de los mismos.

Desde la aparición de las instalaciones eléctricas en los edificios se ha realizado el tendido de las líneas y la colocación de mecanismos de manera superpuesta a las paredes y muros ya ejecutados, bien fuesen elementos meramente divisorios organizadores del espacio interior o bien muros portantes con función estructural; e independientemente además de su sistema constructivo (tabiques de barrotillo y escayola, muros de mampostería, fábricas de ladrillo cerámico o bloque de hormigón, muros de hormigón armado,... etc.).

Este tipo de instalación ejecutada de manera superpuesta al paramento se manifiesta necesariamente sobre el mismo, en mayor o menor medida, pero de manera inevitable. Antiguamente este era el único modo de disponer la instalación eléctrica por el edificio, pero actualmente la elección de este método de colocación puede verse motivada por diferentes factores.

Opuesto al método de instalación vista está el de la ejecución oculta, que consiste básicamente en introducir en el interior de los paramentos los elemen-

tos que la componen, con excepción únicamente de los mecanismos a través de los cuales el usuario la controla, disfruta y mantiene.

Este tipo de instalación se ejecuta de manera que quede oculta en el interior del paramento, con lo que únicamente se manifiestan sobre el mismo los mecanismos de consumo y mando una vez terminada la ejecución de la obra, y en menor medida las tapas que cubren las cajas de registro y conexionado.

En los paramentos ejecutados con mampostería de bloque de hormigón (paramentos de fábrica de bloque de hormigón) pueden ejecutarse los sistemas de instalación descritos, aunque en el caso de que la fábrica se manifieste permaneciendo vista existe actualmente una problemática importante a la hora de integrar las instalaciones sin que desvirtúen la imagen de la fábrica.

Cabe destacar que, en la actualidad, no se están aprovechando las posibilidades de este material constructivo, debido entre otros a las dificultades que presenta actualmente en este aspecto, frente otras opciones más costosas económica y ecológicamente hablando como el ladrillo cerámico.

Se considera que el bloque de hormigón ofrece la posibilidad de realizar particiones e incluso muros portantes con función estructural que incluyan en su interior el trazado de la instalación eléctrica del edificio, sin necesidad de atacar a esta fábrica mediante la realización de rozas. Esta cualidad se ve reforzada en aquellos casos en los que se desea dejar la fábrica vista, pues la ejecución de rozas no deja de ser una destrucción parcial de la fábrica con el consiguiente efecto visual que genera y seguramente sea indeseado.

Se constata, pues, la necesidad de disponer de un sistema que permita integrar de forma sencilla las instalaciones en los tipos de paramento señalados, sin que para ello se desluzca su apariencia estética, siendo el objetivo de la presente invención aportar un tipo de bloque de hormigón que dé solución práctica y efectiva a los problemas e inconvenientes planteados que presenta el estado actual de la técnica, debiendo señalarse que, por parte del solicitante, se desconoce la existencia de ningún otro bloque similar que presente unas características técnicas, estructurales o de configuración semejantes.

Explicación de la invención

Así, el bloque para la integración de instalaciones en la construcción con fábrica de mampostería de hormigón que la presente invención propone se configura como una destacable novedad dentro de su campo, ya que, a tenor de su aplicación se consigue, de forma taxativa, alcanzar los objetivos anteriormente señalados como idóneos, estando los detalles caracterizadores que lo hacen posible y que distinguen el bloque preconizado de lo ya conocido en el mercado, adecuadamente recogidos en las reivindicaciones finales que acompañan a la presente memoria descriptiva.

Así pues, el bloque que se presenta trata de ofrecer una nueva posibilidad sobre la integración de las instalaciones en la construcción con fábrica de mampostería de hormigón, mediante el desarrollo de un nuevo sistema de integración de las instalaciones dentro de la propia fábrica, más allá de la mera superposición sobre el paramento (sistemas de instalación en superficie) y de la intrusión mediante la agresión al paramento una vez ejecutado (sistema de instalación empotrada a través de rozas), tratando de obtener, con

ello, un sistema de ejecución capaz de compatibilizar la estética de la construcción de bloque de hormigón visto con la dotación de instalaciones, principalmente eléctricas, aunque también hidráulicas, dentro del edificio.

En consecuencia, el bloque de la invención consiste en una pieza especial que cumple la triple función, ya anteriormente señalada:

- Facilitar la integración de la instalación durante el proceso de ejecución de la fábrica.

- Facilitar la apertura de orificios para colocar las cajas empotradas destinadas a alojar los mecanismos en el paramento levantado con fábrica vista.

- Y mantener la capacidad de incluirse en el desarrollo de la fábrica, sin afectar a sus funciones principales de utilidad, firmeza y aspecto.

Para ello, y ya de forma concreta, el bloque que la invención propugna está constituido a partir de un bloque de hormigón convencional, o pieza estándar, generalmente constituido a partir de una pieza de configuración aproximadamente prismática, formada por dos paredes exteriores opuestas y, al menos, tres paredes o tabiques interiores transversales, que determinan sendos huecos abiertos por las respectivas bases superior e inferior de la pieza.

Mediante dicha configuración, se tiene ya resuelto el tendido de las líneas trazadas en sentido vertical, a través de los huecos de la pieza de mampostería, dado que por la colocación del aparejo tradicional, estos huecos quedan alineados.

En cuanto al tendido de las líneas en sentido horizontal, que con un bloque convencional quedaría impedido puesto que las paredes interiores del bloque cortan toda continuidad, su integración se resuelve mediante la incorporación al bloque de una serie de rebajes en las paredes interiores del mismo.

Dichos rebajes están diseñados de modo que sea posible dejar integrados los tubos protectores durante el levantamiento de la fábrica, y su dimensionado permita variedad de combinaciones tanto de tubos como de conductores, respetando en todo momento las instrucciones técnicas.

Con todo ello, se obtienen unas combinaciones de conductores muy holgadas en cuanto a la capacidad de suministro para un edificio de tamaño medio-grande. Hay que tener en cuenta que, en edificios de gran tamaño, las líneas de secciones mayores a las presentadas suelen ejecutarse de manera vista, con lo que el sistema propuesto también estaría perfectamente indicado.

Otro de los objetivos apuntados que debe resolver el bloque propuesto por la invención es el de facilitar la colocación de los mecanismos, como tomas de corriente e interruptores.

Para facilitar dicha apertura de los huecos para dar entrada y salida a las canalizaciones dentro del paramento, y para colocar las cajas empotradas, el bloque de la invención contempla la incorporación unos cortes que marcan el orificio a practicar.

De este modo se proyecta la rotura programada del bloque, para abrir fácilmente los orificios donde y cuando sea necesario mediante simple golpeo por martillo manual una vez levantada la fábrica.

Es importante señalar que dichos cortes no son totales, es decir, no atraviesan totalmente las paredes del bloque, con el objeto de que la pieza sea exteriormente idéntica a las normales.

Cabe señalar que para la ejecución del paramen-

to, sólo será necesaria la colocación de al menos una hilada de bloques especiales para la integración de la instalación, mientras el resto de la fábrica será de bloques convencionales.

Así, dado que todas las piezas de la hilada son iguales, y dispuestas de la misma manera, el lugar preparado para la apertura de orificios (y por tanto el lugar donde se deben efectuar los golpes) será siempre el mismo.

Con esto no sólo se facilita la ejecución, si no que se consigue una buena disposición de los mecanismos, bien centrados y ordenados.

Gracias a los citados cortes se consigue la correcta colocación de una caja, sin embargo en muchos casos es necesario colocar dos o más cajas, por este motivo se le realizan a la pieza otros cortes con mayor separación en el otro hueco de que está generalmente provista, de modo que se dé cabida a dos cajas enlazadas.

De ser necesaria una tercera caja queda disponible el rehundido del hueco vecino, composición que podría ser útil por ejemplo para dos tomas de corriente y una de señal de antena o telecomunicaciones. Sin embargo, gracias al amplio abanico de posibilidades que ofrecen los fabricantes hoy día sería posible colocar hasta seis elementos diferentes en una cara un bloque.

Finalmente y para dar la posibilidad de colocar mecanismos por ambas caras del paramento con el uso de esta pieza, se realizan los descritos cortes (para caja sencilla y doble) en las dos paredes exteriores del bloque de manera simétrica, es decir, con una simetría axial cuyo eje es el eje vertical del bloque.

Con esta simetría se puede saber, sin necesidad de abrir ningún hueco previo en la fábrica, en qué lugar de la cara del bloque se sitúan los cortes: para caja sencilla, en el centro de un hueco del bloque, y para caja doble, en el centro del otro hueco.

Al tratarse de una rotura programada mediante el debilitamiento de la sección, ésta se produce de manera limpia, con lo que desaparecen ventajosamente los antiestéticos parches de mortero, frecuentes alrededor de los embellecedores de algunos mecanismos.

Hay que señalar, además, que los cortes en esta nueva pieza se realizan al mismo tiempo que la propia pieza, puesto que son ejecutados por el molde de fabricación, por tanto, estos cortes pueden considerarse puntuales, con lo que no se tendrán en cuenta en el cómputo del espesor de paredes, y, en consecuencia, la pieza podría emplearse en muros estructurales.

Lógicamente, la separación y profundidad de los cortes se dimensiona en función de las medidas estándar de las cajas para empotrar, que varían según el mercado local Europeo y Americano principalmente, siendo este sistema apto para adaptarse a ambas medidas.

Con todo lo expuesto se considera que la pieza desarrollada soluciona en gran medida las carencias del sistema tradicional de ejecución de una fábrica de bloque de hormigón visto, para integrar una instalación eléctrica.

Tal como se ha descrito la pieza propuesta soluciona el tendido horizontal de las líneas, siendo otra de sus ventajas importantes a destacar el hecho de que se reduce en gran medida la necesidad de conocer *a priori* el diseño final de la instalación, y por tanto se facilita tanto la ejecución de la fábrica como de la instalación eléctrica.

A la hora de la puesta en obra y para la mayoría de los casos, debería ser suficiente con disponer dos hiladas con esta pieza especial, a lo largo de todo el edificio. Por ejemplo, una primera correspondiente a la segunda hilada de la fábrica y una segunda correspondiente a la sexta hilada de la fábrica, que serían las más adecuadas para la colocación habitual de los mecanismos eléctricos empotrados.

Además, al mismo tiempo que se dispone la hilada siguiente se tienden las canalizaciones protectoras por los rebajes diseñados, con lo que el tendido horizontal es continuo por todo el edificio con independencia de la situación final de los mecanismos.

Este sistema de ejecución hace que la edificación quede dotada de un tendido fácilmente localizable y accesible, y se obtiene además una instalación más flexible, puesto que es posible instalar nuevos mecanismos sin casi necesidad de investigar el tendido de la instalación, ya que se puede conocer *a priori*.

El referido bloque para la integración de instalaciones en la construcción con fábrica de mampostería de hormigón representa, pues, una estructura innovadora de características estructurales y constitutivas desconocidas hasta ahora para tal fin, razones que unidas a su utilidad práctica, la dotan de fundamento suficiente para obtener el privilegio de exclusividad que se solicita.

Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña a la presente memoria descriptiva, como parte integrante de la misma, de un juego de planos, en los que con carácter ilustrativo y no limitativo se ha representado lo siguiente:

La figura número 1.- Muestra una vista en perspectiva de un ejemplo de realización del bloque para la integración de instalaciones en la construcción con fábrica de mampostería de hormigón, objeto de la invención, en la que se aprecian las partes y elementos de que consta, así como la configuración y disposición de las mismas.

La figura número 2.- Muestra una vista en perspectiva similar a la mostrada en la figura 1, en la que se ha representado el bloque objeto de la invención con un orificio abierto, para la colocación de una caja empotrada o para la entrada y/o salida de canalizaciones, realizado a partir de golpeteo sobre los cortes previstos para tal fin.

La figura número 3.- Muestra una vista en perspectiva de una porción de fábrica que incorpora sendas hileras de bloques, según la invención, apreciándose el modo en que la instalación queda integrada en ella.

Realización preferente de la invención

A la vista de las mencionadas figuras, y de acuerdo con la numeración adoptada, se puede observar en ellas un ejemplo de realización preferente de la invención, la cual comprende las partes y elementos que se indican y describen en detalle a continuación.

Así, tal como se aprecia en la figura 1, la invención consiste en un bloque especialmente aplicable para la integración de instalaciones en la construcción con fábrica de mampostería de hormigón, el cual se configura, de forma convencional, a partir de una pieza (1) de configuración aproximadamente prismática, formada por dos paredes exteriores (2) opuestas y, al menos, tres tabiques interiores (3) transver-

sales, que determinan sendos huecos (4) abiertos por las respectivas bases superior e inferior de la pieza, los cuales están destinados a permitir, al levantar la fábrica o paramento (5), el paso de las líneas verticales (6) de la instalación a integrar, estando dicho paramento (5) integrado por hiladas de piezas convencionales (8) y, al menos, una hilada de piezas (1), siendo preferible la existencia de dos hiladas de piezas (1), una inferior y otra a media altura, tal como se muestra en la figura 3, y sirviendo los huecos (4) para el paso de las líneas verticales (6) de la instalación.

De forma caracterizadora, dicha pieza (1) presenta, unos rebajes (7), ubicados en un extremo de los antedichos tabiques interiores (3), los cuales tienen como finalidad proporcionar un hueco entre la hilada de bloques (1) especiales y la hilada superior de bloques (8) convencionales, para permitir el paso a través de ellos de las líneas horizontales (9) de la instalación, dejándolas integradas durante el levantamiento del paramento (5).

Cabe señalar que el dimensionado de dichos rebajes (7) será el suficiente para que permita variedad de combinaciones tanto de tubos como de conductores.

Paralelamente, y en orden a permitir la entrada y salida de las conducciones de la instalación, así como la colocación de cajas empotradas o mecanismos de conexión, la pieza (1) cuenta, además, con una serie de cortes (10) que, dispuestos por pares marcan el orificio (11) a practicar para tal fin, apreciable en la figura 2, estando dichos cortes (10) dispuestos en la cara interna de las paredes exteriores (2) de la pieza (1), centrados en los huecos (4) de la misma.

Es importante destacar que dichos cortes (10) presentan una profundidad suficiente para que, con un leve golpeteo se abra el orificio (11) antedicho de entrada y salida, pero sin llegar a atravesar totalmente dichas paredes exteriores (2), constituyendo, pues, una debilitación de la sección de dichas paredes exteriores (2) para permitir un corte limpio al conformar el citado orificio (11) y de forma que, en los bloques o piezas (1) en que no sea precisa la realización de estos orificio (11), su existencia quede desapercibida exteriormente, sin afean la continuidad estética externa del paramento (5).

Dichos cortes (10), además, en cada pared externa (2) están dispuestos en uno de los huecos (4) de la pieza (1) a una distancia mutua tal, que el orificio (11) que determinan sea apto para la colocación de cajas empotradas simples, y en el otro hueco (4) a mayor distancia entre sí, de manera que su rotura crea un orificio (11) mayor, apto para la acogida de cajas empotradas dobles.

Por último, debe señalarse que, para posibilitar la colocación de cajas o mecanismos por ambas caras del paramento (5), se realizan los descritos cortes (10), para caja sencilla en un hueco (4) y para doble en el otro, en las dos paredes exteriores (2) de la pieza (1) de manera simétrica; simetría axial cuyo eje es el eje vertical del bloque.

Descrita suficientemente la naturaleza de la presente invención, así como la manera de ponerla en práctica, no se considera necesario hacer más extensa su explicación para que cualquier experto en la materia comprenda su alcance y las ventajas que de ella se derivan, haciendo constar que, dentro de su esencialidad, podrá ser llevada a la práctica en otras for-

mas de realización que difieran en detalle de la indicada a título de ejemplo, y a las cuales alcanzará igualmente la protección que se recaba siempre

que no se altere, cambie o modifique su principio fundamental.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Bloque para la integración de instalaciones en la construcción con fábrica de mampostería de hormigón, del tipo constituido por una pieza (1) aproximadamente prismática, formada por dos paredes exteriores (2) opuestas y, al menos, tres tabiques interiores (3) transversales, que determinan sendos huecos (4) abiertos por las respectivas bases superior e inferior de la pieza, estando el paramento (5) integrado por hiladas de piezas convencionales (8) y, al menos, una hilada de piezas (1), sirviendo los huecos (4) para el paso de las líneas verticales (6) de la instalación, **caracterizado** por el hecho de que dicha pieza (1) presenta unos rebajes (7), ubicados en un extremo de los tabiques interiores (3), determinando un hueco entre la hilada de bloques (1) y la hilada superior a ella, destinado a permitir el paso de las líneas horizontales (9) de la instalación, dejándolas integradas durante el levantamiento del paramento (5); y por el hecho de que, para la entrada y salida de las conducciones de la instalación, así como para la colocación de cajas empotradas o mecanismos de conexión, la pieza (1) cuenta, además, con una serie de cortes (10) que, dispuestos por pares, marcan el orificio (11) a practicar para tal fin, estando dichos cortes (10) dispuestos en la cara interna de las paredes exteriores (2) de la pieza (1), centrados en los huecos (4) de la misma.

2. Bloque para la integración de instalaciones en

la construcción con fábrica de mampostería de hormigón, según la reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de que los cortes (10) presentan una profundidad suficiente para que, con un leve golpeteo se abra el orificio (11) de entrada y salida, pero sin llegar a atravesar totalmente dichas paredes exteriores (2), constituyendo una debilitación de la sección de dichas paredes exteriores (2).

3. Bloque para la integración de instalaciones en la construcción con fábrica de mampostería de hormigón, según las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado** por el hecho de que los cortes (10), en cada pared externa (2), están dispuestos en uno de los huecos (4) de la pieza (1) a una distancia mutua tal, que el orificio (11) que determinan es apto para la colocación de cajas empotradas simples, y en el otro hueco (4) a mayor distancia entre sí, de manera que su rotura crea un orificio (11) mayor, apto para la acogida de cajas empotradas dobles.

4. Bloque para la integración de instalaciones en la construcción con fábrica de mampostería de hormigón, según las reivindicaciones 1, 2 y 3 **caracterizado** por el hecho de que, para posibilitar la colocación de cajas o mecanismos por ambas caras del paramento (5), se realizan los descritos cortes (10), para caja sencilla en un hueco (4) y para doble en el otro, en las dos paredes exteriores (2) de la pieza (1) de manera simétrica, con una simetría axial cuyo eje es el eje vertical del bloque.

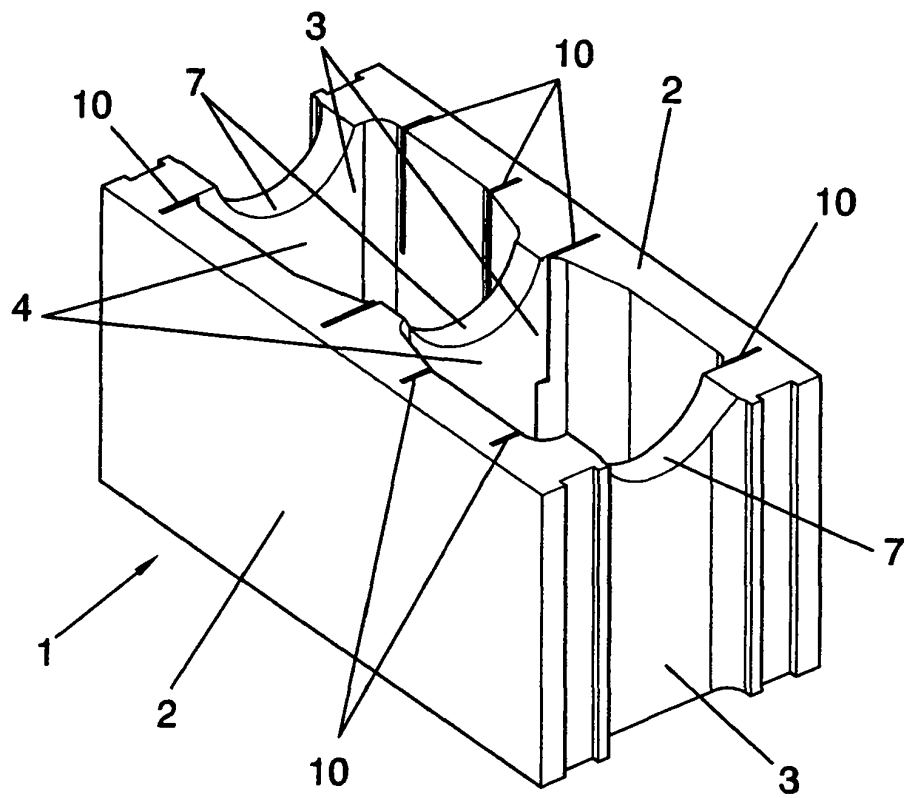


FIG. 1

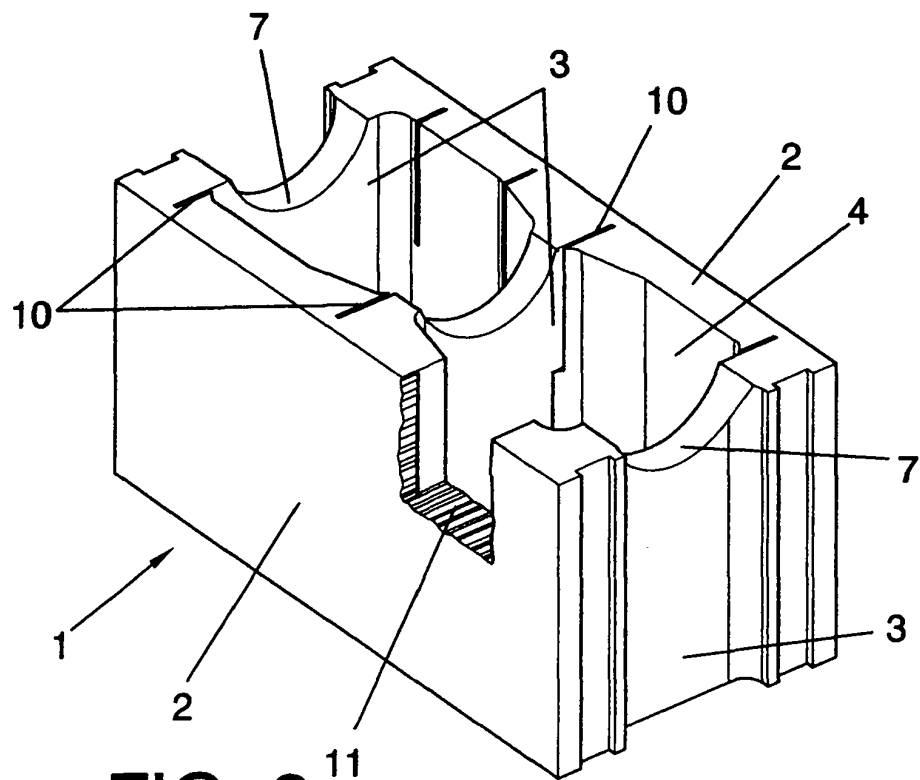


FIG. 2

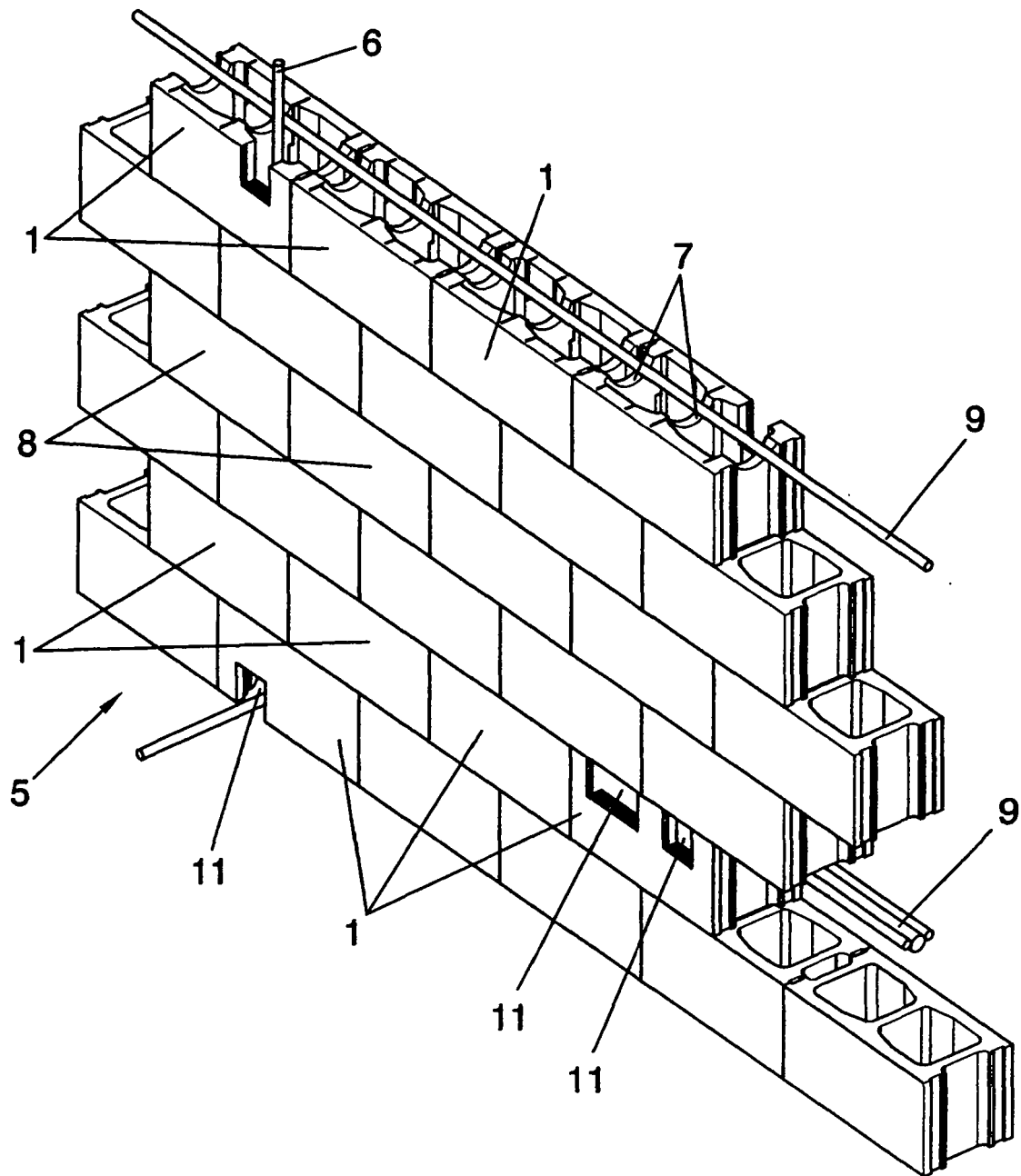


FIG. 3



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200803014

②② Fecha de presentación de la solicitud: 20.10.2008

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **E04C1/39** (01.01.2006)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	US 4341049 A (HSI) 27.07.1982, columna 4, líneas 9-27; columna 6, línea 40 – columna 7, línea 9; figuras 1-3,6.	1-4
Y	WO 2008017105 A1 (GLOBAL RYDER HOLDINGS PTY LTD et al.) 14.02.2008, página 6, línea 16 – página 7, línea 6; figuras 2-4.	1-4
A	EP 0001360 A1 (INSULOCK CORP) 04.04.1979, página 9, párrafo 2; página 10, párrafo 2; página 11, párrafo 2; figuras 1-3,8-10.	1,2
A	FR 2142915 A3 (LARIA SPA) 02.02.1973, página 1, línea 20 – página 3, línea 5; figuras.	1,2
A	US 4671039 A (HUNT) 09.06.1987, columna 2, líneas 25-42; columna 3, líneas 10-16,24-31; figuras 1-5.	1,2
A	ES 2122884 A1 (ADELL ARGILES JOSEP MARIA) 16.12.1998, reivindicaciones 1,4,5; figuras 2-4.	1,2
A	US 4319440 A (RASSIAS; CLARK) 16.03.1982, figuras 4-6.	1,2

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
27.01.2011

Examinador
M. Sánchez Robles

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

E04C1/39C, E04C

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 27.01.2011

Declaración**Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)**

Reivindicaciones 1-4
Reivindicaciones

SI
NO

Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)

Reivindicaciones
Reivindicaciones 1-4

SI
NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 4341049 A (HSI)	27.07.1982
D02	WO 2008017105 A1 (GLOBAL RYDER HOLDINGS PTY LTD et al.)	14.02.2008
D03	EP 0001360 A1 (INSULOCK CORP)	04.04.1979
D04	FR 2142915 A3 (LARIA SPA)	02.02.1973
D05	US 4671039 A (HUNT)	09.06.1987
D06	ES 2122884 A1 (ADELL ARGILES JOSEP MARIA)	16.12.1998
D07	US 4319440 A (RASSIAS; CLARK)	16.03.1982

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El documento D01 contiene (ver figuras 1 a 3) y un bloque prismático (22) rectangular con dos paredes paralelas exteriores (24, 26) y otras dos transversales interiores (27), y abierto por sus bases superior e inferior, sirviendo los huecos para el paso de líneas verticales de instalaciones (ver 63 y 64 en figura 1, y figura 6). Las paredes transversales interiores (27) tienen unos rebajes (28, 29) destinados a permitir el paso de líneas horizontales de la instalación (ver 56 y 57 en fig. 1). Además (ver columna 6, línea 40 a columna 7, línea 9) las paredes exteriores (24, 26) poseen en su parte interna unos entrantes (53) que delimitan una parte de la pared con una sección más fina (54) y por tanto más débil, para poder abrirse con un golpe y en el orificio colocar las cajas de las instalaciones, otros mecanismos de éstas, o su paso a través (ver fig. 1 y 6).

La diferencia de este documento con la primera reivindicación de la solicitud, consiste en que en ésta no hay unos rebajes sino unos cortes por pares en la parte interior de las paredes, marcando el orificio a practicar. Tampoco posee al menos tres paredes transversales, sino sólo dos.

Sin embargo, el documento D02 contiene (ver figuras 2 a 4 y página 6, líneas 16-32), un bloque (20) prismático con dos paredes longitudinales (22, 24) y tres transversales (26, 28, 30), formando en su interior dos huecos verticales (34, 38). En la parte interna de las paredes se aprecian unos cortes (40 a, 40b,) que no llegan a atravesar la pared pero que le producen una debilitación de tal forma que con un golpeteo se abra un orificio delimitado por los cortes (ver figura 4 y página 6, línea 34 a página 7, línea 6).

Para el experto en la materia sería obvio combinar las características del documento D02 con las del documento D01 para obtener las características de las reivindicaciones 1 y 2 de la solicitud.

Se considera que las reivindicaciones 3 y 4 son posibilidades evidentes que un experto en la materia podría seleccionar sin actividad inventiva.

Por tanto, a la vista de los documentos anteriores, se considera que las características de las reivindicaciones 1 a 4 de la solicitud, resultarían de una manera evidente del estado de la técnica anterior para el experto en la materia, y por tanto carecerían de actividad inventiva (art. 8.1 LP 11/1986).

